EXD.

岡山大学

農学部学術報告

第10号

SCIENTIFIC REPORTS
OF THE
FACULTY OF AGRICULTURE
OKAYAMA UNIVERSITY

No. 10

昭和32年3月

DECEMBER 1957

岡山大学農学部発行

PUBLISHED BY THE FACULTY OF AGRICULTURE
OKAYAMA UNIVERSITY, OKAYAMA, JAPAN

目　　次

松　尾　欣　二：日本人口史と農地の開発過程についての研究……………………………1

河　内　知　道
米　田　茂　男：干拓地土壌に関する研究
（第12報）岡山県福田干拓東地区の新干拓地土壌について………11

下　瀬　　　昇
三　宅　靖　人：干拓地に於ける作物の生理化学的研究
（第３報）水稲に対するカリの効果……………………………………19

下　瀬　　　昇：塩化物過剰のもとで生育した水稲体内における P^{32} の分布…………25

下　瀬　　　昇：藺草の石灰要求について…………………………………………………29

竹　上　静　夫：赤かび病に対する小麦品種の抵抗性に関する研究
（第１報）赤かび病の小麦の１小穂内の初発病頴花の位置
と品種間差異及び葯骸との関係……………………………33

池　田　長　守
宇　渡　清　六：薄荷の育種学的研究
（第８報）薄荷種間雑種の生産力並びに精油の性状に関する研究……………………………………………………………43

安　田　　　勲
横　山　二　郎：秋植球根の春植栽培試験について………………………………………51

岡　崎　光　良
小　池　正　澄：富有柿のガス貯蔵に関する研究（第２報）………………………………69

鳴　海　　　徹
加　本　一　久
長　江　勘次郎
古　谷　野末光：岡山県北部地方に於ける牛の Piroplasma 病の調査……………………77

Contents

MATSUO, K. :
Studies on Historical Relation between Japanese Population and her Farm Land. 1

KŌCHI, T. and YONEDA, S. :
A Study on Polder Soils in Japan.
XII. On the Young Polder Soils of the East Fukuda Polder in Okayama Prefecture. 11

SHIMOSE, N. and MIYAKE, Y. :
Physiological and Chemical Studies on the Growth of Crops grown on the Polder Soils.
III. Effects of Potassium on Rice Plants. 19

SHIMOSE, N. :
Distribution of P^{32} in Rice Plants grown in the Chloride Excess Solution. 25

SHIMOSE, N. :
Requirement of Calcium by Mat Rush Plant. 29

TAKEGAMI, S. :
Studies on the Resistance of Wheat Varieties to *Gilberella zeae* (SCHW.) PETCH, (Head Blight) and its Mechanism.
I. Varietal Difference of the Position of Florets in a Wheat-Spikelet attached by Head Blight incipiently and the Relationships between the Existence of Another Corpses in Florets and the Infection by Head Blight. 33

IKEDA, N. and UDO, S. :
Studies of Mint Breeding.
VIII. Studies on the Productivities and the Properties of Essential Oils of Interspecific Hybrids in the Genus *Mentha*. 43

YASUDA, I. and YOKOYAMA, N. :
Research on the Planting in Spring of Autumn-planting Bulbs. 51

OKAZAKI, M. and KOIKE, M. :
Studies on Gas-storage of Kaki Fruits (*Diospyros Kaki* L. f.) 69

TORIUMI, T., KAMOTO, K., NAGAE, K. and KOYANO, S. :
Investigation on Invasion of Bovine Piroplasmosis in Northern District of Okayama Prefecture. 77

日本人口史と農地の開発過程についての研究

松尾欣二

Studies on Historical Relation between Japanese Population and her Farm Land.

Kinji MATSUO

Nowadays the population problems should be seriously discussed in our country.

Japan being situated solitarily in the Asia Continent, her population has increased with comparatively slight influences of race movements. The increase of population is directly related with that of farm land which produces foods. Having studied the relation of the two with the lapse of age, I attemped to show them graphically by curves which may be termed "Historical relation between Japanese population and her farm Land." By resorting to this graph the density of the Japanese population in each age can be easily estimated.

Taking into consideration the geographical conditions, I want to begin investigations before long not only on the farm land history, but also on some problems in the progressive process of society, especially of the agricultural one in our country.

Ⅰ. 序説
Ⅱ. 人口，食糧及び農地面積の関連
Ⅲ. 各時代に於ける人口
Ⅳ. 各時代における耕地面積
Ⅴ. 人口と耕地面積との相関々係

Ⅰ. 序　説

著者は農学部門に属し農業土木を専攻する者であつて，年来農地の開発過程についての研究を続けてきた．この研究は単に農地の関係のみに留るべきではなく，人口食糧問題延いては社会経済問題との関連において推進せしむべきことが痛感される．即ち我国人は彌生式時代以来米食を続けてきたのであつて，各時代の人民は食糧確保の為に農耕を行い，食糧不足の時には農地の拡大をはかるが食糧に余裕を生じた時には人口は増加して，人口と農地とは互に緊密な関連を続けながら現在に至つたのである．その間人口並に農地の歴史に影響を及ぼすような諸条件の変化と新事態の挿入——例えば人口の調節，開墾立地条件の劣悪化等——が絶えず行われてきたが，大局的に考えると食糧の需給関係は我国の歴史において根本的な底流をなしていたものと考えられる．従つて本稿では日本人口史に触れながら農地面積の増大過程の考究にしぼつたのであるが，今後はこの研究を基礎にして日本農地開発史の研究を進めると共に他方，更に広範囲の問題の解明に及ぼすべく構想している．

Ⅱ. 人口，食糧及び農地面積の関連

1. 史料概説

我国の歴史は7世紀の頃，律令時代になると大陸文化の影響をうけて急に明瞭になるのであるが，それでも当時における口数なり農地面積に関する適確な数字はえられない．ただ伝説めいた

数字によつて判断するか，極めてラフな推測ができるだけである．溯つて紀元前後の頃では統一された社会組織がなかつたから推測するに足る資料すらも望めない．律令時代から江戸時代に至る間における口数についての史料或は残簡によつて推測された口数はかなり記録されているので第一表に掲げるけれども，中には相違矛盾するものがかなり多いから注意を要する．

口分田の制が徹底的に実施されていたならば口数，田積共に判明するのであるが当時の状況はそのような段階ではなかつた．仮りに口分田の制によつてこの時代の口数を推定し得たとしても，大和朝の威令が行われていなかつた地域については除外されていることは明らかである．従つて厳密には歴史上現在まで繋つている数字とは云い得ない．降つて藩幕時代には藩主は所領の口数，

第１表　人　口　表

年次	西紀	口数	出典	対図表印
崇峻天皇２年	589	3,931,151	聖徳太子伝記	①
		4,031,050	太子伝抄	
		4,988,842	太子伝	
推古天皇18年	610	4,990,000	十玄遺稿	②
		4,969,899	皇風大意	
養老５年	721	4,584,893	行基菩薩行状記	③
神亀元年～天平20年	724～748	2,000,000	行基式目	④
		4,508,551	行基菩薩の計数	
		4,899,620	行基式目	
		8,000,000	十玄遺稿	
		8,631,074	行基菩薩の計数	
		600～700万	沢田吾一「奈良朝時代民政経済の数的研究」	⑤
弘仁14年	823	3,694,331	横山「日本田制史」	⑥
貞観～延喜	859～922	3,762,000	同上	
延喜年間	901～922	20,000,000	伊能「古今戸口考」	⑦
延長元年	923	1,128,167	地理局雑誌	⑧
一条天皇御宇	986～1010	22,083,325	伊能前掲	⑨
天暦～承暦	990～1080	4,416,650	横山前掲	
文治～元弘	1185～1333	9,750,000	同上	⑩
弘安年間	1278～1287	4,984,828	立正大師	⑪
天文22年	1553	2,330,996	地理局雑誌	⑫
天正年間	1573～1591	18,000,000	吉田東伍「維新史八講」	⑬
享保６年	1721	26,065,425	小宮山説	⑭
〃 17年	1732	26,921,816	吹塵録	
寛延３年	1750	25,917,830	〃	
明和５年	1768	26,252,057	〃	⑮
天明６年	1786	25,086,466	〃	
寛政10年	1798	25,471,033	〃	
弘化３年	1846	26,907,625	〃	⑯
嘉永５年	1852	27,201,400		
明治５年	1872	34,000,000	毎日新聞社「日本の人口問題」	⑰

備考　同一年代に数個の人口数を掲げているのは異説があるからである．
表を簡略にする為，諸書掲載の人口数の中から若干除外されているが，各時代における口数についての史料の大要は本表により窺知できる．

田積をつかんでいた筈であるけれども，逃散農家[1]のそれは算入されておらず，又幕府の命に応じて報告する場合にも誇張過大に報告するもの，隠蔽過小に報告するものがあつて到底正確な数字とはいい難い．明治時代に至つて始めて造籍が行われ，地租賦課の制度ができたので，一応近代的な正確さにまで辿りつく事ができたけれども，それ以前には上述の状態であつた．

日本民族は単一の人種ではなくして二個以上——４種とも云われ９種とも云われる[2]——の合成によつて出来ているのであるが，この日本民族が縄文・彌生式時代を経て現在9,000万の人口を擁するに至るまでの口数の増加過程を知ることは極めて困難である．従つてラフであることは已むを得ぬが各方面の研究に資する為，少くとも彌生式時代以降の人口の増加過程を推測することが望ましい．

2. 人口の推移

人口は時代を経るに従い増加するものであるけれども自然的条件によつて，又は社会経済上の事情によつてその増加傾向は抑圧される．

気候不順に基く凶作，地震・津波等の天災は人口の増加を抑制するものであつて，往古には餓死その他罹災による口数の減少はかなりあつたものと思われる．併し日本人口の分布は古くから——少くとも紀元前数世紀の頃にあつては——広範囲に亙つていたものと考えられるから，一地方の聚落における惨状は直ちに全国的であつたとも考えられない．医療施設は皆無であつたが，交通機関の未発達は悪疫の伝播を阻止するに役立つたことと考えられる．英本国においては1348年ペストの流行によつて二分の一ないし三分の一の人口を失つた[3]といわれているが，我国人口史にはこのような断層はなかつたものと考えてよい．尚このことについてはⅢ．3の項において再述する．

我国では古くから人口調節が行われてきたのであつて，その原因については他にも理由が求められるが，社会経済的立場から考えると当時の封建社会下にあつては農業生産力が人口の増加を許さなかつたことを挙げなければならない．江戸時代に人口の増加度がにぶつていたことは，かかる点にも理由があつた．人は己が生活を容易にする為環境をつくる．食糧確保の為積極的には水田面積の増加をはかつたが，消極的には人口を制限したのである．

紀元前数千年の昔エジプトにおいて農耕文化が始めてつくられ，これが世界に伝播した[4]ものといわれている．我国においても原始時代に大陸から人民が渡来してきたことは想像に難くない．併し当時の海上交通は危険を伴つていたから我国人口史に根本的な影響を与えるような多人数の渡来は考えられない．大陸で鼎立割拠する国々の間では，ある民族がその領土内で幾千年の間，己が民族の発展史を保持することは殆んど不可能といつてもよい[5]．我国は大陸から隔絶されているため人口増加の跡を辿ることが可能であり，且推定に役立てうる史料も若干ながら残されていることがこの研究の唯一の拠り処である．

3. 耕地面積の累増，栽培技術の進歩と反収の増加

時代の経過と共に人口の増大を来したのであるが，このことは必然的に食糧の増産を目的とする耕地面積の累増を招来した．耕地面積の増加過程については口数の問題程重要視されておらず，従つて史料も少い．

食糧生産の増加を図る為には耕地面積を増大せしめることが絶対的に必要であるが，同時に極めて緩やかではあるが，栽培技術の進歩に伴い反当收量も亦増加していることを見逃してはならない．彌生式時代の始め水稲の栽培が我国に伝わつた頃の反当收量は伝えられる由もないが，当時水稲は他の植物に比し種実の收量がやや多く，且つ食べ易いので漸く作物として取扱われるに

至つたものと思われるから，当時の収量は極めて少量であつたことと想像される．

律令時代になると7～8斗の収穫があつた[6] といわれる．現在でも未開発地に於て水稲を粗放栽培する場合には概ねこの程度である．17世紀の頃になると耕種の方法は著しく改善され，魚肥の施用も既に始められていた[7]．降つて明治の始め頃には1.2石余となり，明治以降は近代科学の力により急速に増収方策が講ぜられて現在では2石余の域に達している．

一説[8] には奈良朝時代6斗内外，鎌倉時代8斗内外，徳川時代1石～1.5石位であつたともいわれている．

上述の各時代の収量は米を主とした生産量であるが，本稿に述べるように田・畑を合算した耕地面積として論じる場合には此等の収量より若干低く考えるべきである．これらの事項はV．2．の項で再述する．

Ⅲ．各時代における人口

1．明治維新前における口数記録

各時代の口数について論究する前に各種文献から参考した口数を第1表にかかげる．この表は横山由清　本朝古来戸口考(明治12年)，伊能頴則　古今戸口考(明治16年)，井上瑞枝　大日本国古来人口考(明治37年)を始め，沢田[9]，本庄[10]，高橋[11]，関山[12]等の諸著作によつたものである．

井上瑞枝（1839～1905）を始め明治初期の多くの研究者が日本人口史研究の重要性に鑑み，この困難な問題と取組み資料の蒐集に努めると共に，その慧眼をもつて推計された努力に対し敬意を払わなければならない．井上は古来人口表を作表して曰く「崇神天皇以後明治5年に至るまで人口調査の年度及其の調査の事，国史に載せざるも東大寺古文書中戸籍の遺編に其年紀の詳かなるもの或は，諸書に其年の人口を記すもの，或は推測に係るもの，或は諸藩旧時の人口を録上せし年度，或は享保11年以後毎子午年人口を録上せし年度等其人員悉く知るを得ずといえども，是らの年度を列載し人員の諸書に散見するものを表章すること左の如し」と．多くの研究者の努力にも拘わらず，なお正鵠を期し難い理由が判るであろう．

人口表作成に当つて引用した文献の中には太子伝記を始め行基菩薩行状記，日蓮遺文録等がふくまれているが，これらの中には伝説をとつて奇怪な点があるもの，女子口数が男子口数の2～3倍になつているもの，又後世の偽撰らしくいわれているものもあるから，その計数に対し信憑性を欠くとも云われている．このようにして上古，中世における全国人口は110万前後から800余万，或は2,000万と云うように全く区々であつて到底真相に近いものとは云い得ない．従つて口数の変動を説明するに当り天災地変に結びつけて簡単に片付けるわけにはいかない．

日本人口史の研究にはこれらの出典を更に探究する道も残されているが，本稿ではこれらの数字を一応列記するにとどめ，他方人口の自然増加率を想定することにより数字相互間の矛盾を検討することとする．この研究の結果からすると10世紀から11世紀にかけて存在するギャップ，伊能頴則の2,000余万と地理局雑誌に云う110余万との喰違いは概ね1,000万が妥当であると云い得る．従来の研究ではこのような矛盾数字の検討にまで深入りされていなかつた．尤も第1表に示す口数の大部分は各時代日本諸島に住んでいた全口数を表すものではなく，中央政府の威令が行われていなかつた辺境地の人民を始め其の他の除外人口が含まれていないことは注意すべきである．

この研究では現在の人口9,000万に繋る古代人口の推測をもくろんでいる．従つて比較的明確な明治初年の人口を基準として漸次溯及して考究することとする．

2.　明治初年における人口数，人口史溯及の始点

大正9年（1920）我国において始めて国勢調査が行われ，その結果人口数は 55,963,000 人であつたが，それ以降における口数は明確である．

明治5年（1872）新政府の緊急施策として近代的戸籍制度が施行され，その結果口数は 3,311 万であつた．当時社会の制度は整備されておらず，戸籍制度も亦始めて施行されたので若干の調査もれがあつたことは已むをえないが，これらを合せると 3,400 万位であつたといわれる[13]．この口数は前記大正9年の口数と比較するとその精度は確かに劣るけれども，これからとりあげる古記録による口数と比較すると遙かに精度が高いので，これを始点として順次各時代に溯りその時代の口数を検討することとする．

明治以降は日本資本主義経済の影響が強くひびき人口の自然増加は急調を示しているから明治初年を転換期として別に考究する．

3.　近世における口数

徳川時代にはやや根拠のある口数が記録されているが，それは全国的なものではなく可なりの口数が除外されている．八代将軍吉宗が将軍職についてから地積調査の必要上，人口の実態把握につとめたことは，吉宗の数ある治績のうち屈指のものである．即ち子午造籍の古制にならつて，6年毎に人口調査を行う制度を設けたから享保6年（1721）から弘化3年（1846）に至る凡そ18回にわたる調査の口数が吹塵録，官中秘録その他の資料から見出され，又は推計されて比較的信憑度の高い数字を示している．これらのものをすべて第1表に掲げることは煩雑にもなるので一部除外した．また調査もれ，推算の誤差等が入り込んでいることは想像に難くないが，一応これらの口数について考究すると，寛政4年には 2,500 万を割つていてその前後の年次と比較すると最少であることが判る．これは史実と符合する処であつて天明から寛政にかけ災害続出し，特に「天明2年から同7年に亙る間，北は北海道から南は琉球に至るまで諸国頻りに飢荒し，我国土殆んど完膚なく，天明4年の頃には1年足らずの間に津軽一郡のみでも，81,700余人が餓死した[14]．」とまでいわれている．このような惨状を呈したにも拘わらず，依然として文政，天保，弘化と人口保持の態勢が持続できたことは，先に述べた英本国のペスト禍に比較すると尚軽微であつて，人口増加過程中における局所的な減少状況とも考えられ，長期的な尺度を以て歴史的に考察するならば人口は一定の増加率を以て漸増してきたものと想像される．天明の飢饉後口数は若干増しているがその増加率は低く，特に江戸後期では人口の増加が停滞していたことは社会経済的に種々なる理由が考えられるが，耕地面積との関係をも考察の要がある．

第一表にかかげた口数には多くの場合除外人口が落ちていることは既述の通りである．特に江戸時代には華士族を始め皇室御料や公郷領の人民は除外されており，又6才以下の幼少児の除外，更に無籍者の除外等が考えられるので，その実数を知ることは困難であるけれども，これらの口数は概ね 2～300 万といわれている．その他辺境地域居住の除外されている人口をも合せると江戸時代の総人口は最低 2,900 万から最高 3,200 万の間であろうといわれる．吉田東伍[15]は当時の石高3,000万石から推して天保時代の総人口を 3,000 万人と推定したが，これは上記の口数とも符合するし，又明治初年の口数 3,400 万ともよく吻合する．

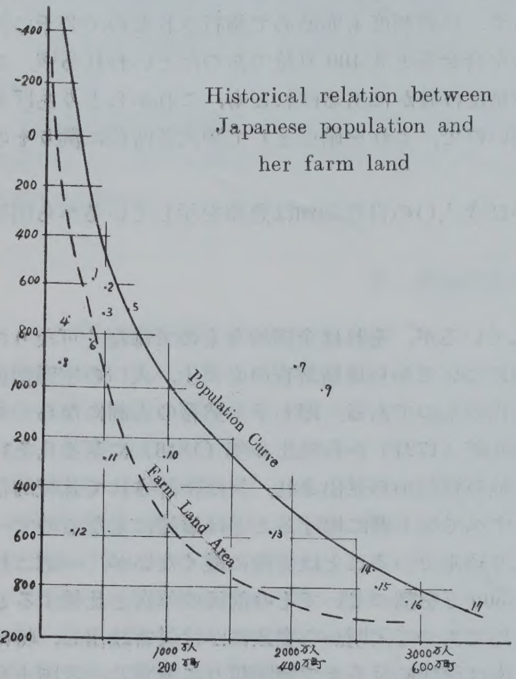
4.　近古における人口

鎌倉時代の人口としては，立正大師（僧日蓮1222～1282）が信徒に与えた文書の中に49億9万余人という口数が記録されていて，億を10万として換算すると 490 万となる[16]．この口数では当時としては少なすぎる．

横山[17]は拾芥抄による郷数，里数から全国の戸数を65万戸とふみ，一戸平均15人として975万人を文治以降，元弘以前（1186～1330）の人口数としている．

5. 中古における人口数

養老5年行基菩薩が50才のときの調べとして455万余という口数があるが確実な数字とは認め難い．



沢田[18]は和名抄記載の郷数4,041に対し郷別平均人口を1,399人としてこれに乗じて，560万余となし，この外計算洩になつている賎民，雑戸，私民の口数を加えて当時の人口は600～700万であろうとしている．口数に対するこのような考慮は本稿の趣旨にも合致し，且つ精密に考究されているのでこの口数は本文取纒めに当り重視した．

伊能は讃岐の人口を基準にして全国口数を推算し延喜の頃には概ね2,000万としている．讃岐は地理的条件が然らしむるものと考えられるが古来人口密度が高いので，これを基準にして全国口数を推算すると過大な数字になるものと想像される．伊能の推算値が如何に過大であるかは左記の図表によつて即断することができる．

6. 上古における人口数

崇峻時代393万，推古時代499万等の口数があるが余り信憑されていない．

Ⅳ. 各時代における耕地面積

水稲耕作がわが国に渡来して以来，各時代における耕地面積を知ることは口数の場合よりも一層困難である．研究者の目には人口問題程重大に映じなかつたことにもよるが，資料の蒐集や推測が容易でない為である．

1. 明治初年における耕地面積

日本租税志によると明治14年の耕地面積は444万町であつて，内田259万町，畑185万町である．この面積は地租改正が実施された直後の面積であつて明治41年551万町歩（田297万町，畑289万町，第二次農林省統計表）等に比較して調和性のある数字である．明治14年の耕地面積から推算すると，人口史溯上の始点にしている明治5年には概ね410万町歩位であつたと考えられ，これを耕地面積溯及の始点とする．

2. 近世における耕地面積

詳細な説明は与えられていないが天保5年（1834）における田積として332万町なる数字がある[19]．単に田積となつているが後に出てくる数字から類推すると耕地面積であらねばならぬ．

日本租税志には享保，延享（1716～1747）頃の面積として269万町歩（内田164万町，畑132万

町）がある．この面積は前掲の明治14年の面積444万町歩と共にこの研究における重要な数字である．

又世界統計年鑑には元禄15年（1702）の田面積として280万町歩[20]とあるが，これは畑地を含んだ面積と解さない限り前記諸面積と吻合しない．

3.　近古における耕地面積

正元元年（1259）僧日蓮の記録として88万町があるが，これは中古の田積として知られている拾芥抄，節用集所載の面積に近い数字である．又天文22年（1553）の田積[21]として，207万町（旧反別では173万町）がある．

4.　中古における耕地面積

中古における耕地面積には先ず和名抄所載の86万町（現反別に換算すると103万町）をあげなければならない．この書は源順（983年没）の著作とされており，国別に区分されていると共に面積は反歩まで記入されているから今後この方面の研究には貴重な資料となるのであるが，その面積はいつの時代を表わすのであるか疑問が残されている．一説には斑田制が定期的に行われた奈良朝時代の概数が基礎となり，これに延暦時代の断簡の数字によつて補綴されたものであるといわれている．吉田東伍もこれについて「86万町は田畑の合数か，養老以後は陸田も計算することとなれり猶考ふべし」と記している[22]が本稿に於ける研究では畑地を含んだものと解さない限り説明が困難であつて，若し水田のみとするならば時代を後代にずらせるか，又は特別の理由[23]を付して6割程度にしぼらない限り前掲享保，延享の面積，明治14年の面積に吻合しない．奈良朝時代と豊臣時代とでは時代の隔りがあるが，文禄2年豊後国速見郡日出を検地した時の豊後国検地帖[24]によると上田は1反に付き米1.6石，中田1.4石，下田1.2石，上畠1.4石，中畠1.2石，下畠は1.0石と一連に取扱つている．してみると和名抄に云う田積は耕地面積を意味するものと解しうる可能性が多い．口分田の中には若干ながら畠地がふくまれている．若し和名抄に云う田積が水田のみを表わしているならば他に畠地面積が可なりあつた筈である．従つてV．2.の項に述べるようにこれらの田畑から生産する食糧は当時の人口を養うに余りがあり，且つ当時の人口を以てすればこの程度にまで耕地を開発するに足る労働力を持つていなかつたことが想像され（V．2.及び第2表参照），二重の不合理を生ずる．

第2表　各時代における人口と開墾に対する労働量

年次	① 西紀	② 年差	③ 人口 （万人）	④ 人口平均 （万人）	⑤ 耕地面積 （万町）	⑥ 増加面積 （万町）	⑦ ⑥÷② （万町）	⑧ ⑦÷④ （万町）	⑨ 仮想收量 （石）	⑩ 仮想收穫量（万石）	⑪ ⑩÷③ （石）
	− 600		(108)		0						
	0	600	(248)	178	(18)	18	0.030	0.17	3	54	0.22
	400	400	(434)	341	(42)	24	0.060	0.18	4	168	0.39
奈良朝	700	300	650	542	(70)	28	0.093	0.17	5	350	0.54
和名抄時代	1,000	300	(1,000)	825	105	35	0.117	0.14	7	735	0.74
天文22年	1,553	553	(2,180)	1,590	207	102	0.184	0.12	9	1,863	0.85
元禄15年	1,702	149	(2,680)	2,430	280	73	0.490	0.20	10	2,800	1.05
明治5年	1,872	170	3,400	3,040	(410)	130	0.765	0.25	11	4,510	1.33
明治41年	1,908	36	4,800	4,100	550	140	3.889	0.95	13	7,150	1.49

横山由清は弘仁14年大政官奏言に基いて太宰府9国の口分田数を基礎にして全国の田積49万町（現在の面積では59万町）を推算している．

沢田吾一は奈良朝時代の口分田面積を推算するに当つて1,000人に付き受田面積139.3町とし，これに当時の受田有資格階層の口数560万を乗じて78万町（現在の面積では94万町）としている．

以上の他に夫々の時代における面積も見出されるが一応この程度にとどめる．尚魏志倭人伝[25]，古事記，日本書紀，風土記等には口数面積に関する適確な記事は見出されない．耕地面積の記録を求めて上古にまで溯ることは意味がない．先住者が使用した登呂の水田[26]，平出の畑地[27]は既に新地層によつて被覆されていて，幾多の桑海の変が繰返されてきたのであるが，各時代の人民が生きる為に開いた耕地の面積は時代を経るに従い人民の口数と共に増してきており，その面積の増加過程を知ることは人口史の問題と共に各方面の研究の展開を容易ならしめる．

V．人口と耕地面積との相関々係

1．人口の自然増加率

わが国の歴史において明治維新の転換が急角度であつたことは今更驚歎するのであるが人口史，農地の開発過程についてもその例から漏れるものではない．従つて明治の始を以て変移点とされなければならない．

明治以降における人口の増加過程は直線を以て示すよりも次の曲線式を用いた方がより妥当である．

$$P=a\ (1+\gamma)^n$$

この式は1年間に γ なる自然増加率を以て増加する場合，始め a であつた口数は n 年後にはPを以て表わされることを示す．逆にPが判つておれば n 年前の人口 a も計算出来る．但しこの計算は紀元前数世紀までを一応限度とする．

試に明治5年の口数を3,400万とし，$\gamma=0.0116$ とするならば多少の喰違いは已むをえぬが明治以降各年の人口を大雑把にとらえることができる．大平洋戦争で多数の人口を失つたが，長期的な考察を行う場合には尚局部的な減少とみなすことができる．尤も今後人口の自然増加率が減ずることが予想されるが，その場合には適宜変移点を設け γ の価を変える要がある．

既に述べたように明治以前における各時代の口数は全く区々であつて判断に苦しむ処である．これらの古記録に準拠して人口曲線を求めることは意味をなさないので，明治5年（1872）の人口3,400万人を基準にし $\gamma=0.0014$ として前掲の式にあてはめると図のような曲線が得られる．この曲線は奈良朝時代の人口 600～700 万に繋つている．又各時代の古記録による口数も添加記入されているが，図示のように区々になつていて関連がない．従つて数学的に人口曲線を求めるには余りにデータが不整である．特に地理局雑誌所載の数字といわれる延長・天文時代の口数は並はずれの数字であつて伊能の数字2,000万又は2,200万と共に到底信憑出来ぬことがわかるであろう．尚各時代の口数を推計する算式には $y=\dfrac{K}{1+me^{ax}}$ の形をとつた Logistic Curve[28] がある．これは Raymond Pearl が発表した式であつて，年数 x をを増すに従い飽和人口Kに近付くことを示している．又稲垣の式[29]として $y=y^0(Ay^c-By^{2c})^x$ が主張されている．これらの式は経年と共に人口の増加率が減少することが示されていて，将来の人口を推計する場合には合理的であるけれども，本稿では既述の通り明治維新時を変移点とし其の前後を二区分に分けて考究している．

2, 口数の増大に伴う耕地面積の拡張

稲作が我国に渡来した時期は考古学方面では紀元前1～2世紀との説が多い[30].

専門家の間では稲作渡来以来箱根以西は急速に水田が作られたとも云われている. これは紀元前1, 2世紀の頃に稲作が渡来し, 一方和名抄の頃には田積が100万町歩あつたと云うことから由来したものと思われるが, 登呂遺跡等から推考しても水田の造成には若干の工作を要したのであつて, 各時代人民の労働過程として開発されたものと考えるべきであるから, 充分な理由が揚げられぬ限り, 無条件に水田が急激に造成されたものとはいいえない.

第2表は大雑把であるが這般の事情を説明したものであつて, 各時代の人口と, 耕地面積の増大過程の関係が説明付けられている.

第2表③行人口の欄及⑤行耕地面積の欄に括弧が付してあるのは計算又は推定して挿入したものである. その他の数字は妥当であると思われる史料に依つた. 増加面積を年代差にて除した価はその時代1年間に造成された面積である. ⑦欄の数字は時代を経るに従い増加しているが, これは人口が増しているから当然の事である. 更にこれを平均人口（千万人単位）で除すと1千万人の人民が1年間に造成した面積であつて, ⑧欄に示すように18世紀までは0.12～0.20万町の如く近似した数字が得られる. 即ち各時代における単位人数の人民が造成した耕地面積はほぼ一定である. この表では農耕開始期を紀元前600年と仮定した. 我国において稲作渡来前に既に畑作が行われていたか否かは問題が残されているが, 農耕開始期は一応紀元前6世紀の頃にまで溯るべきであると考えられる.

稲作渡来当時立地的に考えて水田の造成は容易であつたと想像する. 爾来人口の増加に伴い水田造成の条件は悪くなつて来たと考えられるが, その後鉄器の出現により悪条件にも打勝つて開墾された. 明治以降になると社会事象は複雑化してそれ以前におけるように簡単な説明はできない. この表において目立つことは, 明治5年乃至同41年間の能率は他に比し4～5倍に達していることである. これは日本資本主義発展過程中の影響とみることができる. 遡つて元禄15年より明治5年に至る間では稍々能率化していることが観取できるが, これは日本資本主義胎動のきざしを生じているとも説明できる.

吉田東伍[31]は石高から口数を巧妙に割出しているけれども, 口数と耕地面積との関係にまで拡張して考えると非常に複雑になる. II. 3. 項に述べたように栽培技術の進歩に伴い反当收量が増加したこと, 人民の食糧として米のみならず麦類も食用に供していたこと, 更に又部分的には二毛作が行われていた等種々なる理由があげられるからである. 大正期から昭和期に入ると麦類の主食としての使用量（一応粉食としての使用量は別として）が減じてくるからその関係は一層複雑になる.

明治41年頃の耕地面積550万町[32]に対し, 收量は米5,200万石, 三麦2,150万石であつて平均すると反收1.3石となる. これを基準にしII. 3. の項を参考して極めて大雑把に反收を仮想すると⑨欄のようになる. ⑤欄と⑨欄とにより⑩欄の仮想收穫量がえられる. この收量を各時代の口数によつて除すと⑪欄1人当りの消費量が算出できる. 紀元前後の頃における人民1人当りの食糧が0.2石程度であることは未だ採集経済が主要部分を占めていたことを意味する. 奈良朝期0.5石余であることは辺境地域には一部採集経済の人民もいたが農耕の人民が増してきていることを示す. 13世紀の頃になると早や二毛作[33]が行われている. 明治期以降には消費量が急激に増していて, 日本民族の活躍期に入つていることが判る.

日本人口曲線と耕地面積曲線はこのようにして明治維新以前の部分が組立てられた. 維新以後

は統計数字をプロットすればよいのであるがその説明は複雑となり，その趣向についての論究は容易でない．著者はこの論稿を基礎にして比較的平易な農業上の問題を歴史的，地理的に研究を進めるべく構想している．　　1956年8月25日稿

参考文献

1）関山直太郎：近世日本人口の研究，P. 225.

2）和辻哲郎：日本古代文化

3）本庄栄治郎：経済史概論，P. 166.

4）G. E. スミス：西村朝日太郎訳，文明の起源.

5）エンゲルス：古代ゲルマン人の歴史によせて.

6）滝川政次郎：律令時代の農民生活，P. 77.

7）1954年著者が東北地方を調査した際，山王海地区で聞き取つた事であるが，この地域では300年余以前には未だ肥料が施用されていなかつた．当時ある篤農家が魚肥をひそかに入手して施用した処，肥料の効果がきゝすぎ三年間倒伏を続け収穫がなかつたと伝えられている．17世紀中頃には東北地方にまで施肥技術が伝つてきたことが判る．

8）猪坂直一：反当収米量の発展．　楼井豊：農業生産力論，P. 32 より．

9）18）沢田吾一：奈良朝時代民政経済の数的研究.

10）本庄栄治郎：人口及人口問題，日本人口史.

11）高橋梵仙：日本人口史の研究，同第二　日本人口統計史.

12）関山直太郎：日本人口史.

13）毎日新聞社編：日本の人口問題，P. 24.

14）西村真琴：日本凶荒史考.

15）31）吉田東伍：維新史八講，P. 25.

16）古事類苑，本庄：日本人口史より.

17）横山由清：日本田制史，P. 318.

19）20）21）石原保秀：米価の変遷，P. 84，P. 47，P. 19，同書，P. 51には享保時代の水田反別164万町（大日本租税史）を挙げ，元禄時代の280万町（世界統計年鑑）と矛盾する事を記しているが，これは本稿により解明できる.

22）安藤広太郎：日本古代稲作史雑考，P. 109 より.

23）古代の水田は今日程安定していなかつたので災害により荒廃し易かつた．その復旧に当り二重に面積が出るような事があつたとも考えられる．常荒不用の田を授收して百姓の口分に班つた為，百姓は徒らに其の名を受けるのみで反つて輸租義務の負担に苦しむような事もあつたとも伝えられる.

24）大日本租税志：前篇，P. 234.

25）魏志倭人伝には邪馬台国その他の戸数があるから，これから推算して三世紀頃日本の人口は300万位であつたといわれる．（大森志郎：米と人口と歴史，P99，和辻哲郎：日本古代文化，P. 24）上代史の研究には当時の人口を知る事が必要である．本稿の図表によつても250～300万となつている.

26）大場磐雄：古代農村の復源，菊地山哉：登呂遺跡の再検討，新日本歴史学会刊，登呂遺跡調査白書.

27）平出遺跡調査会，平出.

28）北郷　新：Logistic Curve による人口推計（土木学会論文集，第36号）

29）稲垣乙丙：生殖の法則（大日本農会報，第550号，大正15年9月）

30）紀元前一・二世紀との説は森本六爾：日本農耕文化の起源，P. 4 を始め安田徳太郎：人間の歴史，直良信夫：日本古代農業発達史等は何れも同調している．独り後藤守一：食物の歴史は紀元前4～5世紀となつている.

32）第34次農商務省統計表.

33）柴田　実：監修，日本史要覧.

干拓地土壌に関する研究

（第12報）岡山県福田干拓東地区の新干拓地土壌について

河内知道・米田茂男

A Study on Polder Soils in Japan

XII. On the Young Polder Soils of the East Fukuda Polder in Okayama Prefecture.

Tomomichi KŌCHI and Shigeo YONEDA

The purpose of this paper was to study the effects of iron sulfides which had been formed in marine deposits under an anaerobic condition on the chemical compositions and the soil forming processes of soils in East Fukuda Polder.

These polder soils examined contained a large amount of soluble salts; especially chlorides constituted the dominant salt among them. Sulfates content was also high and soluble salts appeared to accumulate in surface layers. Air-dried surface soils showed fairly strong acidities, due to the presence of soluble acid compounds formed in the course of oxidation of iron sulfides contained in these soils.

The content of FeS_2 was found to be between 0.305% and 1.682% as SO_3 in the original soils ; and 10% HCl sol. CaO contents were very poor.

Soil reactions and soluble salts were determined after the incubation of soils during several weeks at 30°C under the condition of the moisture content of field capacity. Consequently, in all soils, the pH value became extremely acid, and total solids and water soluble sulfates were greatly increased in the incubated soils; and a relatively good correlation was found between decreased pH values and increased sulfates contents in the incubated soils.

It has been concluded that iron sulfides had a marked influence on the chemical compositions of soils and on the prospective soil forming processes of these polder soils.

I. 緒　　言

筆者等は，主として岡山県下に分布する干拓地土壌を対象として，塩成干拓地土壌の生成論的研究と之に基ずく土地生産力の推移を究明中であるが，さきに筆者の一人米田は，岡山県児島湾内部地域に分布する干拓地土壌の生成過程を追跡した結果，所含硫化鉄が土壌の生成過程に多分に影響を与えている事を認めた[5]．本研究に於ては水島灘に面する福田干拓地土壌を調査し，干陸後の土壌の生成過程及び一般化学的組成に及ぼす硫化鉄の影響について究明したので報告する．

尚本調査は農林省岡山農地事務局の依頼により昭和30年9月に行つたものであり，現地調査に御協力を戴いた農林省岡山農地事務局営農課，岡山県庁開拓課及び福田干拓建設事業所に謝意を表する．

Ⅱ，調査地区及び調査成績概要

本干拓地は倉敷市福田町及び児島市地先に位置し，昭和30年3月に建設工事の終了した海面干拓地であり，地区総面積は94.40町，内開墾計画面積は62.52町であるが，筆者等の調査した当時は地区東南部旧堤塘沿いの一部に水稲の試作が行われている以外は凡て未耕地で，一部に葦及び数種の雑草を認める以外は殆んどが裸地状態であつた．

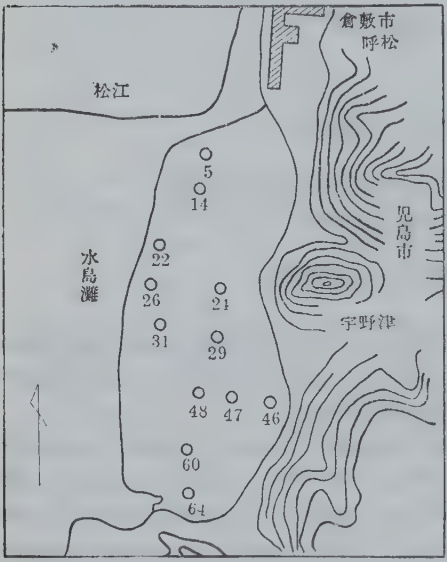


Fig. 1. 福田干拓東地区附近略図

本調査に於ては土壌調査と地下水調査を併行して行い，土壌調査に於ては各試抗地点で地下水位附近迄試抗を掘り土壌の断面形態を観察すると同時に各層位から試料を採り分析に供した．尚各試抗地点に於て地下水位を測定し，併せて地下水中の塩分を定量した．

本干拓地の位置及び供試土壌の試抗地点を示せばFig. 1の通りである．

供試土壌　試抗地点における土壌断面形態の概要を示せば次の如くである．

本地区は干陸後の日が浅く，大部分の土壌において，表層は褐系統の色調を呈する酸化層より成るが，下層は黒青緑系統の色調を呈する還元層より成り土層の分化は殆んど進行していない．但し重粘土で縦の亀裂を生じている場合は表面のみ酸化層を呈していた．土性をみるに旧堤塘沿いに地表に巨礫が散在している以外は礫は認められず概して細砂の含量が多く，サンドポンプによる地揚げを行つている為地点別及び層位別にみても砂土から埴土迄に亙つていて著るしい差が認められた．尚硫化物斑及び黒泥を含む土壌が広範に存在し本地区も硫化鉄の影響を受ける可能性の大なる事が推測される．地下水位は比較的高く地域による変化の規則性はあまり認められないが概して新堤塘沿いに高く，内部に向つてやや低下する傾向が認められた．

土壌の断面形態

試抗地番号	地目	項目	土壌の断面形態 10　20　30　40　50　60　70　80　90 (cm)		
5	裸地	土性と特徴 色調	F. CL　× 淡一黄褐 (1)	F. CL 黒一青緑(2)	F. CL　×× 黒一青緑(2)
14	裸地	土性と特徴 色調	F. L　× 暗一灰黄褐	F. L 黒一青緑 (2)	F. CL　×× 黒一青緑(2)
22	裸地	土性と特徴 色調	F. L× 暗灰黄褐	F. L　+ 黒一青緑(2)	F. CL　×× 黒一青緑(2)
24	裸地	土性と特徴 色調	F. L 濁黄褐	F. L 黒一青緑(2)	F. CL 黒一青緑(2)

26	裸地	土性と特徴 色調	F. CL　+ 淡—黄褐(2)	F. C 黒—青緑(2)	F. C 黒—青緑(2)	
29	裸地	土性と特徴 色調	SとF.CLの互層 帯黄—灰黄褐	SとCLの互層 黒—青緑(1)	S 黒—青緑(1)	SL 黒—青緑(1)
31	裸地	土性と特徴 色調	S 帯黄灰黄褐	F. CL　膨軟 黒—青緑(1)	F. CL 黒—青緑(1)	
46	水田	土性と特徴 色調	F. CL ×× 黒—青緑(1)	F. CL　×× 黒—青緑(2)		
47	水田	土性と特徴 色調	F. L　+ ×× 黒—青緑(2)	F. L　×× 黒—青緑(2)		
48	裸地	土性と特徴 色調	F. CL　× 淡—黄褐(2)	F. S 灰—黄褐(4)	F. C　×× 黒—青緑(2)	
60	裸地	土性と特徴 色調	F. L 淡—黄褐(2)	F. CL　膨軟 黒—青緑(2)		
64	裸地	土性と特徴 色調	SL 灰—黄褐(2)	SL 黒—青緑(1)	CL 黒—青緑(2)	

S…砂土，F. S…細砂土，SL…砂壌土，F. L…細壌土，CL…埴壌土，F. CL…細埴壌土，F. C…細埴土
×…斑鉄在り，××…グライ層，+…黒色の硫化物斑又は黒泥在り．

Ⅲ．実験成績並びに考察

1.　一般化学的組成

一部の供試土壌の一般化学的組成と各試抗地点における地下水位及び地下水中の塩分分析成績を示せば Table 1 の通りであり，又各供試土壌の表土における置換酸度及び塩化加里浸出液の反応を示せば Table 2 の通りである．

可溶性塩類　塩化物の分析成績の一部は Table 1 に示す通りであるが，全供試土壌における分析成績を層位別に一括して示せば次の如くである．

層位	試料数	Cl (%)						
		最高	最低	0.1以下*	0.1〜0.5*	0.5〜1.0*	1.0〜2.0*	2.0以上*
第1層	64	2.367	0.018	5	11	25	50	9
第2層	54	1.011	0.018	7	24	67	2	0
第3層	30	1.108	0.284	0	10	87	3	0

* 供試試料に対する％

表土の含塩量は供試々料64点につき Cl として 0.018%〜2.367 %の範囲にあり試料間に大差を示すが，水稲試作地を除けば凡て0.1%以上で，0.5%以上のものが全試料の84%，1〜2%のものが50%を占め，2%以上のものも9%存在し，含塩量は著るしく多く，植物被の有無，地域性及び地下水位との関連性は認められないが，概して旧堤塘沿いに少いものが存在する．尚埴質の土壌にやや多い傾向が認められる．下層土の含塩量も第2層及び第3層の試料について夫々0.018〜1.011%及び0.284〜1.108%の範囲にあり試料によつて大差を示すが，0.5%以上のものが夫々全試料の69%及び90%を占め，水稲試作地を除けば表土と同様に著るしく多量を含み，概して表土に塩分の集積している傾向が認められる．

全固形物量もTable 1に示す如く第1層，第2層及び第3層の試料で夫々0.366～5.808%，0.432～2.142%及び0.594～1.764%の範囲にあり試料により大差を示すが，表土では水稲試作地を除けば凡て1%以上で異常な集積量を示している．下層土も水稲試作地と砂質土壌の1点を除けば凡て1%以上を示し，個々の層位間には必ずしも一定の傾向は存在しないが，概して表土に塩類

Table 1.　Chemical Composition of Soils.

Lab. No.	Depth (cm)	pH (H_2O)	Hydrolytic acidity Y_1	Soluble salts (%)				Humus (%)	Ground water	
				Total solids	Cl	SO_3	CaO		Water table (cm)	Cl (%)
5—1	0～30	5.9	12.1	2.522	1.294	0.319	0.040	1.61		
2	30～50	6.4	7.8	1.524	0.745	0.241	0.033	1.92	56	1.400
3	50～	6.5	4.8	1.764	0.780	0.250	0.031	1.79		
14—1	0～17	5.9	8.8	2.716	1.259	0.246	0.035	1.00		
2	17～45	6.3	6.5	1.394	0.567	0.199	0.028	1.60	51	1.424
3	45～	6.3	5.9	1.606	0.833	0.194	0.026	1.48		
22—1	0～8	6.0	11.0	2.186	1.046	0.243	0.052	1.72		
2	8～29	6.5	5.0	1.536	0.638	0.204	0.047	1.60	29	1.564
3	29～	6.4	5.9	1.508	0.771	0.188	0.028	1.56		
24—1	0～30	4.5	14.8	3.402	1.496	0.444	0.064	0.76		
2	30～50	5.6	10.5	1.276	0.496	0.248	0.034	1.29	84	1.483
3	50～	6.2	5.9	1.198	0.532	0.159	0.020	1.44		
26—1	0～30	4.2	19.5	4.088	2.120	0.358	0.089	1.70	100	1.566
2	30～50	6.8	10.0	2.142	0.869	0.276	0.074	2.79		
29—1	0～14	6.1	4.9	2.124	0.931	0.142	0.020	0.38		
2	14～38	6.4	5.8	1.364	0.594	0.155	0.028	0.92	100	1.620
3	38～47	6.5	0.4	0.594	0.284	0.063	0.011	0.31		
4	47～64	6.3	5.0	1.286	0.647	0.164	0.018	1.04		
31—1	0～8	6.1	7.1	2.234	1.152	0.198	0.023	0.45		
2	8～46	6.4	3.1	1.742	1.011	0.238	0.045	1.80	75	1.684
3	46～75	6.1	5.9	1.248	0.514	0.135	0.020	0.90		
46—1	0～10	6.0	10.3	0.366	0.066	0.130	0.017	1.66	—	0.029*
2	10～	6.5	7.4	0.432	0.084	0.072	0.027	1.53		
47—1	0～10	6.7	8.8	0.646	0.106	0.200	0.043	2.45	—	—
2	10～	6.7	0	1.106	0.350	0.220	0.029	2.58		
48—1	0～16	6.2	14.3	3.546	1.449	0.345	0.072	2.51		
2	16～30	6.6	5.6	1.210	0.461	0.165	0.044	0.98	—	—
3	30～	6.7	2.5	1.374	0.514	0.250	0.033	2.26		
60—1	0～30	6.4	12.0	1.722	0.700	0.207	0.029	1.12	45	1.610
2	30～	6.2	7.4	1.696	0.807	0.240	0.045	1.83		
64—1	0～30	5.6	9.5	5.808	2.252	0.634	0.083	1.12	—	—
2	30～50	6.9	5.0	1.494	0.585	0.228	0.037	2.60		

* Surface water

の集積している傾向を示し，可溶性塩類の組成は水稲試作地を除けば塩化物が主要構成塩類をなしている．

硫酸含量は第1層，第2層及び第3層の試料につき夫々0.130～0.634%，0.072～0.276%及び0.063～0.250%を示し，塩化物には劣るが之亦かなりの量を含み，土性との相関はあまり認められないが，層位別にみるに概して表土に多い傾向が認められる．この理由は一部は塩化物同様地下水からの供給による集積のためにもよるが，一部は後述する如く所含硫化鉄の酸化に伴う水溶性硫酸塩の供給にあると解釈する．

石灰含量は概して少く，表土に若干多い傾向を示すが，これは一部は土性の差及び前記集積作用にもよるが，土壌の反応の低いものに多い傾向の存在するところから土壌の酸性化に伴い溶出した結果であると解釈する．

以上要約すれば，旧堤塘沿いの地域に塩分含量の稍低いものが分布しているが，後述する如く地下水の塩分含量もこの地域に稍低いものが存在する．これは本地区の背後が山である為背後地からの流入水の影響を多分に受けているものと解釈するが，地区全体としては非常に高濃度の塩類を含有していて表土に集積している傾向を示し，可溶性塩類の構成は水稲試作地を除けば塩化物が主要構成塩類をなしている．これは本地区が海水の影響下で生成発達した土壌であり，可溶性塩類の異常量を含有するところから未だ溶脱は受けていないと推測されるので当然である．尚水稲試作地の表土では既に塩化物は溶脱し，硫酸塩が塩化物を凌駕していて，下層土に於ても既に相当量の塩化物は溶脱している．これは47試料の隣接地点で塩素含量を定量した結果 1.330%を示すことからして水田状態にした為に溶脱を受けたものと解釈するが，この事は前報[6]における植木鉢試験及び圃場試験において認めた如く，除塩は適当な条件が与えられるならば比較的速かに進行する事を示している．

硫酸塩含量も非常に高いが，これは後述する如く土壌中の硫化鉄の酸化に伴う硫酸塩の供給の為と解釈する．尚水稲試作地の表土では既に硫酸塩が可溶性塩類の主要構成成分を成しているが，可溶性塩類中硫酸塩が塩化物を凌駕するに至る第1の理由は前記土壌中の硫化鉄の酸化に伴う硫酸塩の供給にあると考えるが，之に加えて筆者の一人米田も報告[3]した如く土壌中における塩類の易動性の差も亦之と密接な関連を持つているものと解釈する．

土壌の反応及び交換酸度　風乾土壌のpH価は水浸液についてはTable 1に示す如く第1層で4.2～6.7，第2層及び第3層で夫々5.6～6.9及び6.1～6.7の範囲にあり，全層位共微酸性乃至強酸性を呈し，之を層位別にみると，概して下層土より表土に至るに従つて酸性を増し，表土では強酸性を呈する試料が増加する傾向を認めた．次に表土の塩化加里浸出液の反応をみるに測定結果の一部はTable 2に示す如くであるが，全供試土壌について一括して示せば次の通りである．

供試試料64点につき3.9～7.2の範囲にあり試料間に大差が認められるが，之を反応別にみるにpH 6以上のものは39%，pH 5～5.9のものは48%，pH 4.9以下のものが13%存在し，干拓当初の土壌にし

Table 2．Reaction and Exchange Acidity of Soils.

	pH (KCl)	Exchange acidity Y_1
5—1	5.1	0.3
14—1	5.8	Tr
22—1	5.9	Tr
24—1	3.9	4.5
26—1	4.0	6.8
29—1	6.1	0
31—1	6.1	Tr
46—1	5.9	0.3
47—1	5.6	0.4
48—1	6.1	0.3
60—1	5.8	Tr
64—1	5.2	0.3

試料数	pH (KCl)					
	最 高	最 低	4.9以下*	5.0～5.9*	6.0～6.9*	7.0以上*
64	7.2	3.9	13	48	31	8

*供試試料に対する％

ては予期に反して強酸性土壌の割合が多い事は注目に価する.

加水酸度は Y_1 として 0～19.5 の範囲を，又置換酸度は Y_1 として 0～6.8 の範囲を示し，土壌によりかなりの差が認められるが，加水酸度及び置換酸度と pH 価には大体負の相関関係が存在する．しかし置換酸度は強酸性土壌2点を除けば Y_1 は 0.4 以下にすぎず，加水酸度も pH 価に比べて低い傾向が存在し，土壌の酸性の原因は土壌中の塩類濃度の高いことからみても置換複合体の不飽和による酸性と稍異り，所含硫化鉄の酸化生成物である水溶性酸性物質の存在に由来するものと推定される．因つてこれを確かめる為に強酸性土壌2点を供試して之を1：15の蒸溜水で洗滌する場合の反応及び置換酸度の変化を実験し，次の結果を得た.

試 料	pH		Y_1	
	原 土	水洗土	原 土	水洗土
24—1	4.5	5.1	4.5	4.3
26—1	4.2	5.6	6.8	6.8

左表に示す如く土壌を水洗する場合はpH価は明かに大となるが，Y_1 の価には殆んど変化を生じない．この事は原土の酸性の一部は明かに土壌中に存在する水溶性酸性物質に由来する事を示している.

腐植 0.31～2.79％の範囲にあり大差が認められるが概して少く，之を層位別に比較するに各層位間に大差を示さないもの及び各層位間に傾向を示さないもの等様々で一定の傾向は認められないが，砂質の試料に甚だしく少く埴質の試料及び黒泥を含む試料に若干多い傾向が存在する．尚腐植含量が2.45％以上の試料は後述する FeS_2 含量が1％以上を示し，両者間に稍関連性が認められる.

地下水の塩分及び地下水位 地下水の塩分分析成績の一部は Table 1 に示す如くであるが，全試抗地点における分析成績を一括して示せば次の通りである.

試 料 数	Cl (％)					
	最 高 (％)	最 低 (％)	0.1％以下*	0.1％～0.5％*	0.5％～1.0％*	1.0％～2.0％*
41	1.684	0.029	5	5	7	83

*試料数に対する％

地下水の塩分は供試試料41点につき Cl として0.029～1.684％ の範囲にあり大差を示すが，旧堤塘沿いの試料を除けば凡て0.5％以上にあり，且つ1％以上のものが83％も存在し全地区に亘つて非常に高濃度の塩分を含有していてその組成は海水のそれと略同じであると思われる．尚塩分含量の地域による規則性はあまり存在しないが，旧堤塘沿いに若干低いものの存在する傾向を示す.

地下水位の一部も Table 1 に示す如くであるが調査地点45ケ所につき21～100cm に位置し，50cm 以内のものが約40％で可なりの高位置のものが多く，且つ新堤塘沿いの地点程地下水位が高く内部に向つて稍低下する傾向が認められる.

2. 硫化鉄とその影響

オランダに於ては Zuiderzee の干拓地及び海岸沿いの含塩地帯の海成沖積土中に排水後強酸性

を呈する土壌が分布し，土壌改良上最も困難な問題の一つをなしている事が報[1)2)]じられているが，筆者の一人米田も四国周辺及び瀬戸内海沿岸の塩害地水田中に畑状態で強酸性を呈する土壌が広範に存在し，その主原因が所含二硫化鉄の酸化生成物による事[4)]及び児島湾内部地域に分布する干拓地土壌の生成過程を追跡した結果多分に所含硫化鉄の影響を受けている事を認[5)]めたが，本干拓地に於ても調査の結果黒泥及び硫化物斑の認められる土壌が存在し，前記の如く水溶性硫酸の非常に多量を含み干拓当初の土壌であるにも拘わらず土壌は酸性を呈し，その原因の一部が水溶性酸性物質に依つている事を認めたので本地区も硫化鉄の影響を多分に受けている事が推測される．由つてこれを確認する為若干の試料について二硫化鉄及び10％塩酸可溶の石灰含量と，畑水分状態で約1ケ月間30°Cで incubate する場合の反応及び可溶性塩類の変化を調べた．その結果はTable 3に示す通りである．

Table 3. Content of Iron Sulfide and Change of Soluble Salt Content by Incubation.

Lab. No.	Original soils					Samples after incubation		
	pH (H_2O)	SO_3 (%) ($FeS_2+\alpha$)	Soluble salts (%) Total solids	Soluble salts (%) SO_3	10% HCl sol. CaO (%)	pH (H_2O)	Soluble salts (%) Total solids	Soluble salts (%) SO_3
5 — 1	5.9	0.305	2.522	0.319	0.289	4.0	3.350	0.572
2	6.4	0.664	1.524	0.241	0.396	3.4	2.460	0.800
24 — 1	4.5	0.396	3.402	0.444	0.194	3.3	4.100	0.633
2	5.6	0.561	1.276	0.248	0.284	3.6	1.655	0.570
26 — 1	4.2	0.342	4.088	0.358	0.147	3.5	5.395	0.654
2	6.8	1.682	2.142	0.276	0.312	3.8	3.240	0.978
47 — 1	6.7	1.330	0.646	0.200	0.322	2.9	2.085	1.065
2	6.7	1.580	1.106	0.220	0.375	3.0	2.945	1.257
64 — 1	5.6	0.354	5.808	0.634	0.210	4.2	6.510	0.809
2	6.9	1.593	1.494	0.228	0.367	3.1	2.870	1.058

二硫化鉄含量は 0.305～1.682％の範囲を示し，試料により大差を示すが，何れの試料も二硫化鉄の多量を含有している．特に黒泥の認められる試料及び腐植含量の多い試料にその含量が高い．層位別にみるに各試料共下層土に多く表土に少い傾向を示すが，表土に水溶性硫酸の多い事からして一部は既に硫酸塩に変化しているものと推定する．次に10％塩酸可溶の石灰含量は表土及び下層土で夫々0.147～0.322％及び0.284～0.396％の範囲にあり概して少く，表土に少い傾向を示し，特に強酸性土壌に於て少く，土壌の酸性化に伴い可溶性に変化している事を示す．次に incubation による反応及び可溶性塩類の変化をみるに，原土の反応は 4.2～6.9 の範囲にあり微酸性乃至強酸性を示すが，incubation 後の土壌の反応は 2.9～4.2 で何れも強酸性に変化し，程度に差こそあれ原土に比べて何れも酸性を増す．この酸性化の傾向は酸化状態にある表土より還元状態にある下層土及び湛水下の試料において著るしい傾向を示した．このことは筆者の一人米田が本研究の第5報[4)]及び第7報[5)]において，二硫化鉄を含む試料を一度湛水状態に放置した後 incubate する場合は二硫化鉄の酸化は急速に進行して土壌は強酸性に転ずる事，及び単に畑状態のみを継続する場合は二硫化鉄の酸化は徐々に進行する事を認めたが，それとよく一致する結果を示した．

可溶性塩類の変化をみるに全固形物，硫酸共に incubate した試料において増加するが，特に

硫酸の増加量は酸性化の著るしい試料において多い傾向を示す．又全固形物の増加は主として可溶性硫酸塩の増加によると解釈する．

以上の事実は酸性化の原因が硫化鉄の酸化の結果として硫酸や硫酸鉄を生成した事に起因する事を物語つているが，原土において強酸性土壌の存在するのもこれら硫化鉄の酸化生成物である硫酸や硫酸鉄によるものと解釈する．

尚本干拓地において土壌中の石灰含量の少い事は今後の生成過程に伴う土壌の酸性化の点に特に注意を要する事を示唆している．即ち筆者等は石灰含量の概して少い児島湾干拓地土壌を供試した植木鉢試験で各種の土壌改良剤の効果を究明した結果，改良剤として硫酸を施用した場合半年後及び1年後の試料では比較的多量の石灰が可溶化される反面，2年後においては既に土壌中からの供給が無くなり可溶性石灰量は急激に減少し，既に土壌は強溶脱型の組成に変化する事を認[6]めた．又筆者の一人米田は児島湾内部地域の干拓地土壌の生成過程を追跡中1820年代の干拓になる興除村において既に強溶脱型土壌の存在する事を認[5]めたが，本地区の土壌も今後の生成過程において所含硫化鉄の影響を蒙る事は明かであるが，石灰含量の少い事はその過程において比較的短期間で石灰の欠乏を招来し，早期に土壌は老朽化する危険性のある事を示しており従つて石灰施用に特に留意する必要があると考える．

Ⅳ．結　　論

本地区の土壌は海成沖積土より成り干陸直後の海面干拓地である為土壌の含塩量は著るしく多く，地下水も含塩量の非常に多いものが比較的高位置に分布している．尚水稲試作地ではかなりの量の塩化物は洗脱されていて良質の灌漑水の利用が可能で且つ排水施設が完備されるならば水田耕作により除塩はかなり速かに進行する事を示しているが，干陸後も裸地状態で放置する場合は除塩は進行せず，むしろ塩分は表土に集積する傾向を示している．

土壌は酸性を呈するものの割合が多く土壌型は天然型から酸性天然型への移行型が大部分を占めるが水稲試作地では既に微溶脱型に移行している．

注意を要する点は硫化鉄の影響の問題であり，本干拓地に於ても児島湾干拓地及び各地に存在する海岸の湖面干拓地及び海面干拓地同様多量の二硫化鉄を含有していて干陸直後の土壌に既に一次的及び二次的に多大の影響を与えている事を知つた．即ち土壌の酸化に伴う所含二硫化鉄の酸化の結果として水溶性硫酸塩を供給し可溶性塩類中の硫酸塩含量は非常に多く，その結果として土壌は酸性化し特に表土では強酸性を呈する土壌も少くない．尚土壌の酸性化の結果として石灰は可溶化し，強酸性土壌では既にかなりの石灰を可溶化している．そして今後の溶脱過程においては二硫化鉄の影響を多大に受ける事は明白であるが，その過程において土壌は初期から酸性溶脱を受けるので土壌の各種成分特に塩基は溶脱を受ける危険性があり，これが適切な対策が早急になされる必要がある．

引　用　文　献

1) C. H. Edelman : Soil Sci., 74, 15～20 (1952)
2) A. J. Zuur : Soil Sci., 74, 75～90 (1952)
3) 米田茂男：岡大農学術報告，3, 52 (1953)
4) 米田茂男，川田登：土肥誌，25, 36～40 (1954)
5) 米田茂男，池葉須末明：土肥誌，26, 109～112 (1955)
6) 米田茂男，下瀬昇，河内知道：岡山農試，臨時報告，54号，1～20 (1956)

干拓地における作物の生理化学的研究

(第3報) 水稲に対するカリの効果

下瀬　昇・三宅靖人

Physiological and Chemical Studies on the Growth of Crops grown on the Polder Soils

III. Effects of Potassium on Rice Plants

Noboru SHIMOSE and Yasuto MIYAKE

Rice plants (*Asade*) were cultured in a newly formed polder field which is located along the seacoast of the Bay of Kojima. The rice plants were fertilized by potassium chloride and potassium sulfate. The quantities of potassium used were 3.75, 7.50 and 11.25 Kg/*tan* as K_2O.

The yield of grains and leaves of the rice plants was shown in table 1. The growth of rice plants obviously improved by potassium, but a large amount of potassium reduced the yield of the plants. And the maximum yield of the rice plants was obtained from the plot of 3.75 Kg K_2O by KCl and the plots of 3.75 and 7.50 Kg K_2O by K_2SO_4. But no difference of the growth was found between potassium chloride and potassium sulfate.

Some of the elements contained in the grains (in table 2) and in the leaves (in table 3) were determined. The decrease of potassium uptake by the leaves of the plants was proportional to the increase of potassium fertilizers given. And so the percentage of K_2O in the leaves and the yield of the plants were closely bound up with each other, but we did not know the reason why.

I. 緒　　言

著者等は塩害の甚しい児島湾干拓地第7区において，主要作物の栄養生理現象を知ることによつて施肥技術を改善し，多少とも生育障害を軽減する目的をもつて圃場試験を続けて来ている．その結果現在迄に，水稲は多量の窒素肥料を要求すること[4]，水稲には燐酸肥料の効果は現われないが[9]，小麦は適量の燐酸施肥によつて著しく増収すること[5]などの事実を認めた．

今回は水稲に対するカリ肥料の影響について試験を行つたので報告する．当試験圃場は児島湾干拓地の代表的な重埴土地帯であり，このような地域では干拓後相当年数水稲，麦類などは無カリ栽培が可能とされている．しかるにこの背後地は40～50年を経過した干拓地であつて，ここでは正常の如くカリ肥料の施用が行われている．経験上このような施肥法が採用されているが，干拓後何年目頃からカリの肥効が顕著となつて来るのかを知ることは，当地域では重要なことと考え，次のようなカリ肥料試験を行つた．なお，栽培管理に当つては菊地政市氏の御援助を得たことを記して謝意を表する．

Ⅱ. 試　験　設　計

試験圃場は従来行つているのと同地点約1反歩で，1試験区は6坪弱，連数は2連制とし，塩化カリ及び硫酸カリを用いて夫々 K_2O として反当1，2及び3貫を施用した．故に無カリ区は計4区，処理区は何れも2区ずつ出来たが，各区における重量及び無機成分分析成績は処理区毎に極めて近似していたので，考察の便宜上各表にはそれらの平均値を示した．窒素肥料は全試験区共硫安反当12貫を3回に分施し，又全区無燐酸で栽培した．用いた水稲の品種は朝出で，昭和30年6月上旬に播種し，直播栽培を行つて11月上旬に収穫した．収穫時に試験区中8点を選んで表土の pH 及び Cl 含量を測定した．多少の差はあるが pH は大体6.25で，前報[5)]の場合よりも更に酸性化が進んでおり，Cl は 0.2 %前後で作付後数年を経過しているにもかかわらず，地下水位が高い関係上なお相当高濃度塩分を含むことが認められた．

収穫物の分析法として既に前報迄に報告した以外の項目については次のような方法を採用した．

SiO_2：乾式灰化後塩酸で珪酸分離，重量法によつて行つた．

SO_3：硝酸マグネシウム法[1)]によつて行つた．

CaO：珪酸分離濾液について蓚酸カルシウム容量法[3)]を採用した．

MgO：カルシウム定量濾液について燐酸塩重量法[3)]によつて行つた．

K_2O，Na_2O：珪酸分離濾液についてフレームフォトメーターで分析した．この分析は農業生物研究所小林純教授のもとで行われたものでここに厚く謝意を表する．

Ⅲ. 試験成績並びに考察

Table 1. Yield of Grains and Leaves of Rice Plants.

Treatment	Yield (kg/*tan*)		A/B	Ratio of yield	
	Weight of grains (A)	Weight of leaves (B)		Grains	Leaves
0	172	245	0.70	100	100
KCl —1	216	276	0.78	126	113
2	177	254	0.70	103	104
3	104	197	0.53	60	80
K_2SO_4 —1	221	302	0.73	128	123
2	224	302	0.74	130	123
3	168	256	0.64	95	105

収穫物の籾及び藁の重量はTable 1に示す如くであつた．表の0は無カリ，KCl 及び K_2SO_4 は夫々塩化カリ及び硫酸カリを用いた区を示すもので，1，2，3の数字は K_2O として反当1，2，3貫施与したことを示すものである．非塩害地水稲の収量と比べて遙かに値が低いことは高濃度塩分の影響を受けていることを示すものであるが，各処理区間の数字を比較してみると，先ず塩化カリの場合は1貫区において，硫酸カリでは1貫及び2貫区において最高収量が得られ，無カリ区と比べて明らかに値が高く，カリの肥効が認められる．しかるに3貫区では何れも著しく低下しており，塩化カリと硫酸カリとの差はこの低下割合が硫酸カリの方が稍々小である事実のみであつた．圃場試験であるため個々の試験区における地力の差を考慮にいれねばならぬが，3貫区における収量低下が余りにも甚しいことはカリ過剰の害と考えざるを得ない．籾と藁との比率を算出してみると，中国地方における代表的品種である朝日系の特性を如実に現わし大体0.70前後の値で，石塚氏[6)]の結果（0.69）とよく一致している．但し過剰の場合この比率は低いが，適量のカリの施用によつて高くなつており，体内における適度のカリ濃度は穀実形成に好結果をもたらすもの

であることを示している．

ここでカリ肥料として塩化カリと硫酸カリとの両者を用いたのは次の如き理由による．常識的に本邦における塩害は海水に由来することが多いため NaCl 過剰障害と限定する場合が多い．故にかかる塩害地においては塩化物肥料は未経験のまま用いられないのが普通である．しかし土壌中にかくも多量の Cl を含む場合には肥料として使用する程度の塩化物は殆んど無視し得る．更に近年かかる干拓地では還元的に生成された硫化物の蓄積が異常に多いことが屡々見受けられ[7)8)]，故に塩化物と同程度に硫酸塩による危険性も存在する訳である．故に塩化物肥料を施用しても硫酸根肥料の場合と差はないと考えて用いてみたが，収量及び分析成績に殆んど差は認められなかつた．これらの肥料を施用する場合には塩害の来る所以を土壌学的に解析して合理的な方法を採ることが望ましく，又このような特異的な地域であるため一つの型の肥料の連用は避けるべきではないかと考えられる．

以上のような結果を生じた原因を究明する一つの手段として，完熟期における籾と藁との中の主要無機成分を分析した．尤も各要素は各生育時期に適量吸収されているかどうかを知ることが原因究明の良い手段であつて，完熟期のみの分析値では必ずしも正しい判断はなし得ないのであるが，今回はこの時期のもののみについてしか分析を行い得なかつた．

Table 2.　Percentage of Mineral Elements in Grains of Rice Plants (on Dry Matter Basis).

Treatment	N	P_2O_5	Cl	SO_3	SiO_2	Na_2O	MgO	CaO	K_2O
0	0.92	0.61	0.19	0.30	2.52	0.09	0.22	0.03	0.33
KCl —1	1.20	0.60	0.13	0.27	2.65	0.18	0.20	0.04	0.30
2	0.97	0.59	0.18	0.30	2.79	0.10	0.22	0.04	0.29
3	0.94	0.64	0.22	0.25	2.62	0.15	0.26	0.04	0.36
K_2SO_4 —1	0.92	0.60	0.19	0.25	2.43	0.07	0.19	0.03	0.31
2	0.85	0.64	0.20	0.26	2.55	0.05	0.20	0.02	0.34
3	0.96	0.57	0.26	0.34	2.46	0.09	0.20	0.03	0.25

籾については Table 2 に示した如くであつたが，これらの値について検討してみると各成分含有率に多少の変動は認められるが大差はなく，又処理に影響されたと思えるような規則正しい変化は認められない．このことは藁と比較してみると，たとえ収量は低くても一応穀実形成が行われた場合には各成分に大体一定の比率が存在するもので，もし品質に影響が及ぶとすれば含有率の差の極めて近い範囲内で現われて来るのではないかと考えている．故にここに現われている僅少の差であつても或は品質に影響を及ぼしているのではないかと考えられる値も若干見受けられるが，その証拠は認められないので今後の研究課題として検討すべきであろうと考えている．

次に藁の中における含有率を Table 3 に示した．これらの数字を個々の成分について検討すれば次の如くである．即ち N，P_2O_5 については，カリ施与量が多くなるにつれて値が高くなつているが，この程度の差についてその影響を云々することは危険ではないかと思われる．Clは正常水稲に比較すると値は遙かに高いが，処理による差は認められず，SO_3 にも差はない．又 SiO_2 はこのような塩分地の常として値は相当高いが，処理による差は全く認められない．Na_2O は Cl と同様値は極めて高く，又個々の値には相当開きが見られるが，元来このような地域における土壌の塩分含量は著しく変動するもので，極めて近い場所でも極端な差があるのが普通であるた

Table 3. Percentage of Mineral Elements in Leaves of Rice Plants (on Dry Matter Basis).

Treatment	N	P_2O_5	Cl	SO_3	SiO_2	Na_2O	MgO	CaO	K_2O
0	0.67	0.16	1.19	0.41	12.54	0.60	0.26	0.30	0.55
KCl —1	0.75	0.12	1.26	0.38	12.78	0.89	0.24	0.29	0.70
2	0.75	0.15	1.12	0.40	12.70	0.72	0.24	0.27	0.40
3	0.82	0.20	1.33	0.47	12.08	0.99	0.24	0.26	0.33
K_2SO_4 —1	0.59	0.13	1.26	0.35	12.35	0.80	0.26	0.30	0.73
2	0.62	0.14	1.30	0.43	12.76	0.59	0.20	0.24	0.50
3	0.66	0.15	1.66	0.47	12.77	0.83	0.20	0.19	0.25

め，地域差がこのような数字の差として現われて来たものと思える．又カリ塩を多く施与したことによりナトリウムの吸収は減少していないので，この程度のカリ施与ではナトリウムの吸収を抑制することは困難であると思われる．

MgO に大差はないが，CaO は両区共にカリ施与量が多くなるに従つて減少しており，特に硫酸カリを与えた場合にその特徴が強く現われている．故にここにカリとカルシウムとの間の拮抗的な素因が窺われるのであるが，K_2O 含有率と対比した場合，必ずしも原因がそこにあると判定するのは困難ではないかと思われる．即ち K_2O 含有率はカリ施与量が多くなると共に反つて減少している．塩化カリ，硫酸カリの場合共に1貫区では明らかに無カリ区より値が高く，1貫施与によつて収量が高かつた主因と考えられるのであるが，2貫区では無カリ区と同等もしくは稍々低く，3貫区では著しく低くなつている．この現象は収量と密接な関係を有すると考えられるのであるが，従来このような逆比例的現象を認めている報告は余り見かけない．故に過去の報告について似たような事実を求めたところ，Overstreet等[2] の行つた実験に稍々この現象と似た事実のあることを見出した．即ち彼等は大麦切断根を比較的高濃度の KCl 単一溶液に浸してKの吸収を測定した結果，ある濃度以上となるとKの吸収が落ちる事実を認めており，彼等も滲透圧の影響によること以外には適当な説明は見出せないと述べている．この実験は実験室内における微量実験であり，又 KCl 単一溶液よりの吸収というような点で本報告の場合と著しく条件を異にしており，更に当圃場のように極端な高濃度塩分を含む場合にこの程度のカリ施与量で，Overstreet の実験の理論的根拠となつている滲透圧に著しく変化を来し，それが水稲茎葉のカリ吸収を抑制する原因となつたかどうかは疑問で，現われた現象は類似しているが，本報告の場合のカリ吸収低下の原因は他に求むべきではないかと考えられる．従来カリ過剰の害が現われる程多量のカリ塩を与えた実験成績は余り見当らず，又多少多く与えても殆んど生育障害は現われないものであるが，経験的にも干拓後数年もしくはそれ以上も無カリ栽培が可能であるような特殊な地帯であればこそこのような障害も，比較的少量の過剰カリ塩の施与によつて現われたとみるべきであろうが，その根本原因については更に究明せねばならぬ問題と思われる．

以上のように無カリ栽培が可能とされている地域でも，作付後5年程度で既にカリの効果は顕著に現われるもので，この頃から適量のカリ肥料を施与することは水稲増収のための主要因であることを認めた．しかしカリ塩を少しく過剰に与えすぎると反つて障害が現われ，その根本原因は不明であるが，茎葉内へのカリの吸収蓄積が反つて低下すること，更にカルシウムの吸収も低下することなどによつてこのような結果を生じたものと思われる．

Ⅳ. 要　　約

干拓年次の新しい児島湾干拓地圃場において，塩化カリ及び硫酸カリを用いてカリの施与量をかえて水稲を栽培し，カリの効果について試験を行つた．その結果塩化カリと硫酸カリとによる生育差は殆んど現われなかつたが，カリ施与量は収量及び藁中の無機成分含有率に著しい影響を及ぼすことを知つた．即ち収量は塩化カリの場合 K_2O として反当1貫施与区において，硫酸カリでは 1，2 貫施与量において最高で，無カリ区と比べてカリ塩施用の効果は認められたが，3 貫区の収量は著しく低下した．藁中の K_2O 含有率は1貫区では無カリ区より明らかに高かつたが，3貫区では反つて著しく低く，又 CaO 含有率もカリ塩施与量が多くなるに従つて低下することが認められた．

引　用　文　献

1) A.O.A.C., 7th Ed. (1950): P. 103.
2) Overstreet, R. (1952): Plant Physiol., 27, 583～90.
3) 奥田東編 (1953)：植物栄養生理実験書，P. 191，P. 193.
4) 下瀬昇，池宗勝三郎 (1953)：岡大農報，3号，22～30.
5) 下瀬昇 (1955)：岡大農報，7号，8～12.
6) 戸刈義次等編 (1955)：作物の生理生態，P. 133.
7) 米田茂男，池葉須末明 (1955)：土肥誌，26，109～12.
8) 米田茂男，川田登 (1954)：土肥誌，25，36～40.
9) 米田茂男等 (1955)：岡山農試臨報，51号，1～19.

塩化物過剰のもとで生育した水稲体内におけるP^{32}の分布

下　瀬　　　昇

Distribution of P^{32} in Rice Plants grown in the Chloride Excess Solution

Noboru SHIMOSE

The distribution of radiophosphorus in the various parts of the rice plants cultured in the chloride excess solution with P^{32} at the heading stage was investigated.

The rice plants were grown by water culture and P^{32} was added in the culture solution after ear-forming stage. For the measurement of the radioativity, GEIGER-MÜLLER counter was used.

The P^{32} which was added after the ear-forming stage was absorbed in the roots, ears and leaves abundantly. On comparing the P^{32} contents of various parts of the plants, it was found that rice plants were grown in the chloride excess solution accumulated P^{32} in their roots and did not absorb it in their older leaves sufficiently. Therefore, I thought that the movement of phosphorus from the roots to the leaves would have been prevented by the higher concentration of chloride contained in them.

I. 緒　　　言

著者[3)4)]は既に生育初期より終期に至るまで過剰の NaCl の存在のもとに生育した水稲は特異な Cl 或は Na 吸収曲線を画く事実を観察した．即ち生育限界内における高濃度塩化物の存在下では，水稲は生育が進むにつれて次第に多量の Cl 及び Na を茎葉内に蓄積し，出穂期前半月頃に最高に達し，以後激減して出穂期には極小値を示す．更にこの極小値を示す時期に，塩化物の存在しない標準区と比較すると燐酸の含有率が著しく増加する事実を認め[4)]，この現象は Cl 或は Na の排出のため多量のエネルギーを必要とするもので，体内において energy rich phosphate の増加が考えられると推論した．一方，塩化物過剰培地に生育した作物の Cl 吸収抑制には燐酸塩を多量に施与することが効果のある方法であることが知られており[1)]，実際の作物栽培においても塩化物過剰に由来する塩害を防除する一手段として採用する可能性が考えられる．その場合実際的な方法として考えられることは，水稲の場合には幼穂形成期前後に燐酸肥料を追肥として施与する方法である．しかるに従来行われている方法としては，燐酸施与の適期が生育初期であるために基肥として与えられ，追肥として用いられることは殆んどない．故に燐酸は追肥として用いた場合にはどのように吸収されるのか，或は必要なだけ充分吸収されるのかがはっきりしていない．更にこの時期に吸収された燐酸の行方を追跡することは，Cl や Na の排出と関連して重要な問題である．しかるに普通に栽培された水稲では初期に吸収された燐酸の存在のため，後期に吸収されたものとの区別はつけ難い．故に塩化物過剰の培養液で水稲を水耕栽培し，生育後期に P^{32} を含む培養液を与えて植物体部位別の P^{32} の分布を測定した．なお本実験を行うに当つて京大食糧科学研究所葛西善三郎助教授の御懇篤な御指導，御援助を得たことを記して厚く謝意を表する．

Ⅱ. 実 験 方 法

水稲(朝日)を昭和31年6月30日に5万分の1ワグネルポットに移植し，8月6日迄は標準液で，7日より 0.3%NaCl液を加えて水道水で水耕栽培した．用いた標準培養液組成は Table 1 に示した．使用したポットは10ケで，中5ケは標準区として NaCl を加えず，他の5ケを塩化物区とした．8月15日に各ポットより1株ずつを抜取り分析試料とし，以後は各ポット2株植とした．8月29日に，8月20日現在 500μc の P^{32} 塩酸溶液を水500mlにうすめ，各ポット 50ml ずつ加えた．故に理論的には各ポットに約35μcのP^{32}を加えたこととなる．1週間後，即ち9月5日にこのP^{32}を含む培養液を廃棄し，もとの培養液に戻して栽培を継続し，9月14日に各ポットの水稲は何れも出穂したので全部抜取つて分析試料とした．

Table 1. Composition of the Base Nutrient Solution.

Salts	Concentration (ppm)
$(NH_4)_2SO_4$	N : 40
KH_2PO_4	P : 20
K_2SO_4	K : 30
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Ca : 20
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	Mg : 20
Fe-citrate	Fe : 0.5
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	Zn : 0.02
$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	B : 0.02
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	Cu : 0.05
$MnSO_4 \cdot 7H_2O$	Mn : 0.2
$(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$	Mo : 0.01

収穫した植物体は充分水洗した後，地上部と根部とに分け，地上部は更に古い葉，若い葉及び穂に分別し，若いものは上部と下部とに分けた．次に 80°C で約12時間乾燥後秤量し，夫々の試料について全燐酸，全塩素及び P^{32} の activity を測定した．燐酸，塩素の分析法は従来行つている如く，夫々微量分析重量法及び A.O.A.C. 法を採用した．P^{32} activity の測定には先ず試料一定量を $Mg(NO_3)_2$ で処理して灰化後 HNO_3 に溶かして水で 100ml とし，その 1mlを蒸発乾涸して常法の如く G.M. 計数管で測定した．なお本実験を行つた時の自然計数値は毎分22 count であつたのでこの値を差引いて計算した．この activity の測定は京大葛西研究室で行つた．

Ⅲ. 実験結果並びに考察

8月15日及び9月14日に採取した収穫物については夫々生育調査を行つたが，殆んど処理による差は認められず，わずかに9月14日の塩化物区の収穫物の葉先の枯上りが目立つ程度であつた．おそらく NaCl を加えた期間が短かかつたためこのような現象を生じたのであろう．

Table 2 に各部位における乾物重並びに分析値を示した．このように収量には殆んど差は認められないが，塩化物区で葉先の枯上りが多少多かつたため，区分する際に古い葉が稍々多く，若い葉としたものが少くなつている．体内のP含有率に殆んど差はないが，予期に反して塩化物区の方がわずかに少くなつている．又生育の途中で加えられた燐酸，即ち P^{32} の分布をみても茎葉中及び全植物体として稍々塩化物区の方が劣つている．従来の成績[2]と比較しても殆んど差のない所から，この時期に追肥として加えた燐酸が充分吸収されることは明らかではあるが，塩化物区における吸収が稍々妨げられている如く思われる．既に述べた如く，P^{32} の測定は全試料のわずか一部について行つたため，ここに現われた数字は倍率が極めて高くなつており，又 isotope の崩壊速度が相当不規則であるため厳密な意味でこの程度の数字で差があるかどうかははつきりしない．しかし以上の点を考慮に入れてもこれらの値で特に目立つものは，乾物1g当り

Table 2. Distribution of P^{32} in Various Parts of Rice Plants at the Heading Stage.

Date of sampling	Parts of plant	Treat-ment	Dry wt. of one plant(g)	Total count ×10³	Total count% ×10³	c/m/g dry wt. ×10³	c/m/mg P ×10³	P (%)	Cl (%)
15/Aug.	Leaves-and-stems	cont.	0.26					1.00	0.42
		Cl	0.24					1.06	0.70
	Roots	cont.	0.07					0.37	0.84
		Cl	0.07					0.35	1.58
14/Sept.	Ears	cont.	0.82	9.0	4.3	11.0	3.9	0.28	0.28
		Cl	0.70	7.9	4.5	11.3	4.2	0.27	0.35
	Younger leaves Upper	cont.	2.94	72.0	34.6	24.5	3.9	0.63	0.39
		Cl	2.95	61.5	34.9	20.8	3.4	0.62	0.88
	Younger leaves Under	cont.	2.47	54.2	26.1	21.9	3.7	0.60	0.32
		Cl	2.20	47.2	26.7	21.4	3.9	0.55	1.51
	Older leaves	cont.	2.32	66.0	31.8	28.5	4.5	0.63	0.25
		Cl	2.80	52.4	29.7	18.7	3.0	0.62	3.49
	Roots	cont.	1.06	6.6	3.2	6.2	3.1	0.20	0.46
		Cl	0.82	7.4	4.2	9.0	3.5	0.27	1.33

の毎分の count 数が塩化物区の古い葉で少く，根で多いこと．更にこれに伴つて specific activity 即ちP1mg当りの毎分の count 数にも同様の傾向が認められ，又全植物に吸収された P^{32} の各部位における分布割合についても同様のことが認められる．このことは塩化物区では体内に Cl が未だ多量に残存するため，正常ならば根より地上部，更には古い葉へのPの移行が容易に行われる筈のものが，移行が妨げられたとみるべきであろう．

このように予想に反して出穂期に塩化物区の P^{32} の吸収が低かつた原因は体内に残存している Cl の影響によるものと思われる．即ち9月14日における Cl %は各部位共に塩化物区の方が高く，特に古い葉では標準区が0.25%であるに対し，塩化物区では3.49%という高い値を示している．前述の如く生育初期より完熟期に至るまで水稲に高濃度塩化物を与えた場合には，出穂期には体外に排出されて著しく Cl 含有率は低くなり，常に規則正しい吸収曲線を画くものである．Table 2 の Cl %の結果から推測すれば，各生育時期別に試料を採取していないので予想は稍々困難ではあるが，このように幼穂形成期以後に塩化物が多量に加えられた場合には吸収曲線が多少ずれるのか，或は必要なだけの Cl の排出が不可能となるのではないかとも考えられ，この点は Cl の必須性の問題と関連して更に検討せねばならない．又Pは少くとも茎葉中では各部位に殆んど等しく分布し，又生育の途中で吸収されたものでも速かに各部位に分布するのに対して，Clは若い葉では上部よりも基部に，又若い葉よりも古い葉に多く蓄積している．この値のみでは Cl の動き方は判明しないが，このような蓄積現象を認めたことによつて塩害症状が古い葉の尖端部より始まることの裏付けとなつたと考えられる．しかし植物体内におけるClの分布の問題は，その必須性及び作用点などの問題を含めて今後更に究明すべき余地を残しているものと思われる．

以上の如く従来の実験とは塩化物を加える時期を著しく異にしたため，出穂期にも体内に多量の Cl が残存し，予期に反した結果を招いたが，P^{32} を使用することによつて次のような事実が判明した．即ち幼穂形成期以後に加えた燐酸は水稲によつて充分吸収利用されること．水稲体内に Cl が多いと，根から地上部へのPの移行が或程度妨げられ，特に正常な水稲は古い葉へも多く移行するが，このような場合には古い葉への移動が相当妨げられること．しかし葉から穂への

移行にはこの時期には異常のないこと．及び体内P含量も塩化物区の方が稍々低いこと．などの諸点である．

IV. 要　　　約

水稲をその生育途中から 0.3% NaCl 液を加えて水耕栽培し，幼穂形成期を過ぎてから P^{32} を培養液に加え，吸収された P^{32} の行方を検索した．塩化物を生育初期から加えなかつたため，出穂期に茎葉，特に古い葉に多く Cl が残存し，従来の成績とは極めて異つた結果を得，ために所期の目的を達し得なかつたが次のような事実を認めた．即ち幼穂形成期以後に加えられたPも水稲によつて吸収利用されるが，水稲体内に多量の Cl が残存すると，根から茎葉内へのPの移行が妨げられ，特に古い葉の中の P^{32} が少いという事実を認めた．

引　用　文　献

1) REIFENBERG, A. (1947): Irrigated Soils, P. 142.
2) 葛西善三郎 (1956)：作物に吸収された無機養分の行動，P. 51.
3) 下瀬昇 (1954)：土肥誌，25，65～8．
4) 下瀬昇 (1956)：土肥誌.，27，309～11.

藺草の石灰要求について

下瀬　昇

Requirement of Calcium by Mat Rush Plant

Noboru SHIMOSE

In this paper the effects of liming to the mat rush plants were examined. Quantities of $CaCO_3$ used were 0, 2, 4, 6, 10 and 20 g per pot. The growth of the mat rush plants was obviously improved by liming, and the increase of calcium uptake at the harvest time was proportional to the increase of quantities of $CaCO_3$ added. But at the plots of 10 and 20 g $CaCO_3$, the growth of the plants was declined. It was found by chemical analysis that the decrease of potassium uptake by the plants was proportional to the increase of quantities of $CaCO_3$ given. Therefore, the results would be fell short of growth at the plots of 10 and 20 g $CaCO_3$ by the antagonism between potassium and calcium.

I. 緒　　言

藺草は最近九州方面にも次第に多く栽培されるようになつて来たが，元来は岡山，広島両県を中心とする特産品として認められている．このような工芸作物は収量のみならず良好な品質を有する製品を得ることが栽培上の要訣である．例えばその栽培には極めて多量の窒素肥料を必要とすることは常識ではあるが，体内窒素含量は必ずしも多くはない[8]．即ち藺草は先枯れと着花とによりその品質が極度に悪変されるため，その窒素要求量は少いにもかかわらず少しでも吸収量を高めることによつて，生殖生長への転換を抑制する一種の抑制栽培が採用されている．このように品質が収量と同等もしくはそれ以上も重要視される作物では，その品質を左右する何等かの因子の存在することが予測され，その因子を最適状態にあらしめた場合に良質の製品が得られると考えられる．この因子としては多様のものが予測されるが，植物体内における栄養素の適当なバランスと，特にその中でも 2，3 の要素の量が重大な影響を及ぼすものであろうことが推測出来る．故に適当な施肥技術によつて，収量及び品質を更に高め得る可能性があると思われる．しかるにこの方面に関する研究，特に体内成分に関するものは極めて少く，わづかに次の諸点が認められているに過ぎない．即ち，極めて多量の窒素肥料と適量のカリ肥料を施与することによつて良好な結果を得ること[1]，適量の珪酸肥料を施すことは望ましいが高濃度となると反つて障害が伴う[2]，天然供給量の多い土壌で前作に燐酸質肥料を施用してある場合には燐酸質肥料を施す必要はないこと[3,4]，従来の窒素施与量と同等量を全量塩安で与えると塩素イオンの害が現われること[5]，などが主な成績である．

一方，永井[6]によれば，藺草は pH 3.8～8.5 で生育するが最適 pH は 5.3 で，6.8 以上となると著しく品質は悪変するといわれている．事実藺草を連作した土壌に大麦を植えると，極端な酸性障害を呈することは実際的に屢々見受けられることで，これは多量の硫安の施用により硫酸根が蓄積して土壌が極度に酸性化するため，比較的酸性に弱い大麦が障害を受けるのである．しかるに藺草は全期水田で栽培されるものであり，その場合土壌は還元的となり，栽培期間における土壌反応はおそらく幾分アルカリ側に傾いている筈である．故に藺草は，pH が極度に高い

場合は別として，或る程度のアルカリ性溶液中では普通に生育するものであると考えざるを得ない．この場合アルカリ性て障害が現われるのは，pH の影響によるよりもむしろ還元的土壌溶液中に遊離された何等かの成分，特に石灰などの悪影響によるものではないかと考えられる．しかし湛水状態において可吸化される石灰量は普通の場合はそう多くない筈である故に，藺草は一種の嫌石灰植物ではないかとの考え方も生れて来る．嫌石灰植物なる定義は極めて困難で，本多等[2]は従来代表的嫌石灰植物とされている栗でさえも，pH さえ小ならば石灰が比較的多く存在してもよく生育することを認め，栗は極めて軽度の石灰嫌忌性を示すと述べている．故に藺草はその逆の場合が想定されるものである．即ち藺草が高等植物である以上，石灰を要求することは勿論であろうが，その要求量は比較的少く，少しく多量となると体内各要素間のバランスが崩れて品質に大きく影響を及ぼすものではなかろうかと考えられる．以上のような観点より，石灰施与量をかえて藺草を栽培し，その石灰に対する反応を検討したのでここに報告する．

II．実　験　方　法

藺草（岡山3号）を2万分の1ワグネルポットに各3株移植し，途中で2株を残すように設計して土耕法で栽培した．用いた土壌は児島湾干拓地のもので土性は埴土，土壌改良剤，牧草などによつて土壌改良試験を行つた後のもので，殆んど完全に除塩され，又団粒化は相当進み，藺草の栽培には好適と認められるものである．

施肥は各ポット毎に硫安，酸性燐酸カリ及び硫酸カリを用いて，N，P_2O_5，K_2O として夫々 5g，3g，4g を施用した．但し硫安のみ3回に分施した．処理区は各2ポット，6区とし，$CaCO_3$ を各ポット0，1，2，3，5，10g を，昭和30年12月28日及び31年5月16日の2回に加えた．12月8日にポットに移植してガラス室内で湛水状態のまま栽培を続けたが，$CaCO_3$ 20g 区で着花が目立つて来たので，6月29日に収穫した．収穫物については生育調査を行い，80°C で12時間乾燥後分析試料とした．分析法は殆んど従来行つている方法[9]と同様であるが，K_2O のみは Hexyl 重量法[7]を採用した．

III．実験結果並びに考察

収穫時にポットの下部出口より流出される土壌溶液を大部分採取して pH 及び CaO 含有量を測定したが，pH は 7.0～7.3 の範囲で稍々アルカリ性を示し，ほとんど各処理区間に差はなく，CaO は 0.047～0.090 %の間にあつて，この時期には既に石灰処理による影響は認められなかつた．

生育調査の結果は Table 1 に示す如くであつた．外観上の生育順位は，試験区番号で 4＞3＞5

Table 1.　The Outline of Growth and Yield of One Mat Rush Plant.

No.	1	2	3	4	5	6
Added $CaCO_3$ (g/pot)	0	2	4	6	10	20
Length of plant (cm)	104	102	102	107	103	99
Number of tillers	148	128	151	136	152	82
Fresh wt. (g)	85	90	96	102	96	62
Fresh wt. of long rush (g)	33	45	60	63	52	28
Dry wt. (g)	19	20	17	23	20	14
Dry wt. of long rush (g)	7	10	11	14	11	6

≒2>1>6 の順を示したが，調査結果も大体同様の傾向を示している．収穫が早かつたため草丈の伸長が充分ではないが，良質のものとして 70cm 以上のものを別にして重量を測定したが順位は大体同様であつた．故に藺草は或程度は石灰を必要とするが，過剰となると反つて障害が現われ，5 区即ち $CaCO_3$ を 10g 与えると稍々生育障害が現われて来る．この施与量はポットの表面積のみより計算すると炭カルとして反当50貫程度となるが，従来のポット試験における三要素施用量は実際圃場におけるよりも計算上遙かに多いので，圃場での障害はこれより遙かに少量であらわれるとみるべきであろう．しかも土壌溶液の pH は微アルカリ性を呈するので，藺草は或程度石灰嫌忌性を示すのではないかと考えられる．

この原因を究明するため収穫物の主要無機成分を分析した．藺草体内の要素含有率は上部と基部では著しく異り，中位部は大体その中間の値を示す[8]．故に分析材料は基部より 15cm 以上，70cm 迄の部分を用いた．又要素分析はその作物の生育時期別のものについて行われるべきもので，収穫時の材料について行つたのみでは稍々不充分と考えられるが，大体の傾向を認めたので今後は更に詳細に検討する予定である．

分析結果は Table 2 に示したが，これらの値を個々の要素について検討すれば次の如くである．

Table 2.　Percentage of Mineral Elements in the Mat Rush Plant (on Dry Matter Basis).

No.	Added $CaCO_3$ (g/pot)	N	P_2O_5	SO_3	Cl	SiO_2	MgO	CaO	K_2O
1	0	1.92	0.55	0.46	0.57	1.03	0.37	0.17	4.87
2	2	1.89	0.58	0.43	0.65	1.12	0.37	0.17	4.82
3	4	1.86	0.58	0.45	0.61	1.25	0.39	0.21	3.42
4	6	1.95	0.58	0.51	0.61	1.34	0.41	0.21	2.93
5	10	2.00	0.57	0.44	0.68	1.06	0.39	0.21	2.91
6	20	2.00	0.53	0.41	0.71	1.29	0.39	0.25	2.69
	Seedling	2.96	0.68	0.33	0.71	1.15	0.49	0.56	2.54

N は処理に影響されたとみるべき差はない．P_2O_5，SO_3 は同様の傾向を示しており，大体において生育良好なもの程値が高い．しかしこの原因が石灰処理によるものかどうかは明らかではなく，その差も小さい故に，むしろ各土壌の性質に起因するものではないかと思われる．又石灰多量施与区では生育が充分ではないため吸収力が衰えたのではないかとも考えられるが，これらの点については充分な解釈をなし難い．Cl は処理による差は認められない．しかし土壌溶液中の Cl を定量した結果では何れも殆んど痕跡程度であつたが，かくの如く作物体内には比較的多量に吸収されており，このような繊維作物に対する Cl の必要性が窺われる．SiO_2 も処理による差は認められないが，禾本科植物に比べるとこの値は著しく低い．又 MgO にも処理による影響は全く認められない．

CaO については何れの区も他の作物と比較すると値こそ低いが，石灰処理による影響が認められる．即ち 1，2 区における値は低く，3 区より 5 区迄は一定の値を保ち，6 区では稍々高くなつており，石灰施与量と大体比例的関係にある．これらの値が石灰施与に影響されたとする考え方は K_2O 含有率と対比すれば一層判然とする．即ち K_2O 含有率は 1 区が 4.87 %であるに比し，石灰施与量の増加と共に直線的に降下し，6 区では極めて低くなつて 2.69 %である．藺草は適量のカリ肥料を施与することによつて著しく品質が改善されるが，この値によつてもカリ要求量が相当高いことが判る．石灰施与量を増加して行くと，3 区より 5 区迄の CaO 含有率は

0.21 %の一定の率を維持しているにもかかわらず，K_2O 含有率は降下を続けている．この事実は，体内における CaO 含有率が 0.21 %に対する線，即ち3区以上となると外界の石灰量は藺草の必要量を充すもので，ある程度迄はより以上に石灰を供与されても藺草は自己の能力によつて石灰の吸收を抑制しているものと考えられる．而して体内における CaO 及び K_2O 含有率は夫々大体 0.2 %と3%程度であるのが最もバランスのとれた値であると思われる．1，2区ではカリの吸收は充分であつても石灰の絶対量が不足するため生育は劣り，ここに石灰の必要性は認められるが，藺草の石灰要求量は比較的少くて5区以上となると石灰吸收抑制能力が破れ，又それに伴つてカリ吸收が衰えるため生育が劣るものと考えられる．ここに石灰とカリとの極端な拮抗現象が現われているのであるが，石灰を多く与えてもカリ施与量が更に多い場合には体内における両者のバランスよりして或は生育は更に良好となるかも知れない．しかし施与するカリの量を一定とし，石灰量のみを順次増加せしめた場合は，かくの如くカリの吸收が抑制され，それに伴つて生育は劣る．しかも土壌溶液は微アルカリ性を示している故に，藺草は広義の嫌石灰植物と考えて良いのではないかと思える．故に土壌の pH が弱アルカリ程度の範囲内では，石灰の供与量が適当であれば品質及び生育に悪影響を及ぼすものではないが，体内における石灰とカリとの相互関係よりして，これら2成分は藺草の品質を左右する重要な制限因子として挙げてよいものであろう．但し Table 2 の成績より考えて，燐酸及び硫黄も制限因子として働いているようにも思えるが，この点は更に試験設計を改めて検討する必要がある．

Ⅳ．要　　約

石灰施与量をかえて藺草を栽培し，その生育及び体内無機成分を測定して藺草の品質を左右する因子を検索した．2万分の1ポットに充填した土壌に対し，全量として $CaCO_3$ 6g を施与した試験区が最も生育良好で，藺草は或程度の石灰を要求する事実を認めた．しかしより以上石灰を供与すると生育は劣つた．体内無機成分分析の結果，石灰の増施に伴いわづかながら体内 CaO 含有率が上昇し，それに逆比例して K_2O 含有率は著しく低下する事実を認めた．土壌溶液の pH を測定したが，何れの区も微アルカリ性を呈する故に，藺草は広義の嫌石灰植物であり，その石灰嫌忌性は体内における石灰とカリとの拮抗現象に起因するものと思われる．即ち体内の石灰とカリとのバランスが適当である場合に生育に良好な結果をもたらすもので，石灰とカリとは藺草の品質及び生育を左右する重要な因子であることを認めた．

引　用　文　献

1) 広島農試東部支場 (1955)：藺草試験成績書，P. 33.
2) 本多昇等 (1952)：岡大農報，1号，16～25.
3) 久保田收治，長江伝太郎 (1953)：岡山農試臨報，48号，37～46.
4) 久保田收治，長江伝太郎 (1953)：岡山農試臨報，48号，47～56.
5) 長江伝太郎，久保田收治 (1954)：岡山農試臨報，50号，187～202.
6) 永井威三郎 (1949)：作物栽培各論，4巻，P. 337.
7) 奥田東編 (1953)：植物栄養生理実験書，P. 187.
8) 下瀬昇 (1956)：土肥誌講演要旨2集，P. 68.
9) 下瀬昇 (1956)：土肥誌，27，309～11.

赤かび病に対する小麦品種の抵抗性に関する研究

（第1報） 赤かび病の小麦の1小穂内の初発病穎花の位置と品種間差異及び葯骸との関係

竹　上　静　夫

Studies on the Resistance of Wheat Varieties to *Gibberella zeae* (Schw.) Petch, (Head Blight) and its Mechanism.

I. Varietal Difference of the Position of Florets in a Wheat Spikelet attached by Head Blight incipiently and the Relationships between the Existence of Anther Corpses in Florets and the Infection by Head Blight.

Shizuo TAKEGAMI

Experiments and observations which have been interpreted to have proved that the incipient infection by head blight of florets of a wheat spikelet took place under natural conditions usually through the anther corpses caught by glumes (palea and lemma) after flowering were reported already by previous writers.

The auther investigated the relation between the position of florets in a wheat spikelet which was attacked by this disease incipiently and the existence of anther corpses in this infected floret.

Observations were made with 5 wheat varieties (Shinchunaga, Norin No. 52, Hatakeda komugi, Akatsuki komugi and Shirasagi komugi in the field at the Okayama Agr. Exp. Sta. on May 1956; in this year the epidemic was severe.

4 florets or over, of which a spikelet composed, were divided into 2 groups as follows;

(1) The group of 1st and 2nd florets, and (2) the group of the remaining florets. According to this grouping, the wheat varieties observed could be classified into 3 groups considering the characteristics of the incipient attack as follows ;

(a) Varieties which showed higher percentage of infection on the 1st or 2nd floret than on the remaining ones (for example, Shirasagi komugi).

(b) Varieties which showed less percentage of infection on the 1st or 2nd floret than on the remaining ones (for example, Shinchunaga, Hatakeda komugi).

(c) Varieties which showed almost similar percentage of infection in 2 groups (1 and 2) of florets (for example, Akatsuki komugi).

This varietal difference of the incipient infection of floret in a spikelet coincided with that of the existence of anther corpses in a floret in a spikelet. For example, in Shirasagi komugi, which had higher percentage of blighted 1st or 2nd florets than others, it was shown that the group of 1st or 2nd florets had higher percentage of anther corpses than in the remaining florets.

These resuluts indicate too that the existence of anther corpses was essential to the incipient attack by the epidermic.

I. 緒 言

小麦の赤かび病の自然状態のもとでの罹病に当り，葯の存在が密接な関係を有し，主としてこの葯を通じて発病に導くことは，Dickson 氏等（1921）[2]，Pugh 氏等（1933）[6]，著者（1942）[7]，Anderson 氏（1948）[1] 及び和田氏等（1851）[8] が証明または確認し，東氏等（1954）[3] も葯骸残留率と罹病率との間に高率の相関のあることを実証した．

次に赤かび病が小麦の穂に発生するに当つては，1 穂の全頴花が同時に一斉に発病するものでなく，まず1小穂内の1頴花に発生し，これを発病源として病勢が進むに伴つて漸次隣接小穂に被害が及ぶのが普通である．

昭和31年産小麦については，その出穂後成熟までの全期に亘り晴天日数極めて少なく，降雨曇天に終始し，岡山市附近の小麦は5月22～23日に至り，急に赤かび病の病徴の発現を認め，その後大発生に転じ，罹病性品種は甚しく被害を蒙つた．当時，同病の発生初期の罹病穂を多数採取できた機会を利用し，抵抗性及び罹病性品種につき，1 小穂中の最初に発病した頴花の位置と葯骸との関係の調査を行うことができたので，その結果を報告する．

II. 調 査 材 料

岡山県立農業試験場（岡山市）に於て直播栽培（原種圃）及び移植栽培（原々種圃）を行つた新中長，畠田小麦，小麦農林52号，アカツキコムギ及びシラサギコムギの5品種について調査した．

移植区は苗床に10月下旬播種，11月下旬から12月初旬に本圃に畦間2尺，株間4寸1株立に移植したもので普通栽培区は11月中～下旬に畦幅4尺3寸，縦2条4寸幅に反当3升播しその後の施肥，管理は常法に準じて行われたものである．

本調査を快諾せられた鋳方末彦場長，豊岡治平部長，原田景次，神崎邦彦，山中秀雄の各技師及び岸本活太郎氏等の好意に深謝する．また調査の実施に当つては小合龍夫氏等の助力を得た．併せて謝意を表する．

III. 昭和31年の小麦結実期間における赤かび病の発生状況

昭和31年の小麦の結実期間中の赤かび病の発病状況は，西門氏等（1954）[4] の報告による昭和28年に於ける赤かび病発生の状態とよく合致していることを見出した．

昭和31年は4月末乃至5月初旬に出穂期を迎え，6月10日頃の成熟期までの結実期間中は，ほとんど3～4日ごとに必ず降雨があり，4 月20日より6月10日（成熟期）にいたるまでの50日間中，降雨を見ない日は僅かに21日に過ぎず，赤かび病の発生には極めて好適な気象状態に終始した．当時の気象状況は第1表の通りである．

前記品種の圃場に於ける赤かび病の発病状況は，5 月17日頃に極めて稀に赤かび病の病徴を示した小穂が認められた程度であつたが，20日以降になつて広範囲に発病穂が目立つようになり，その後の降雨ごとに発病を増し，6月8～10日頃の収穫期には罹病品種では非常な被害を蒙つた．

IV. 小麦赤かび病の罹病頴花と葯骸の保有歩合

昭和31年5月24～28日に亘り，前記5品種につき，その穂の小穂中，1 個の頴花のみに紅色のかびを生じて赤かび病の典型的な病徴を示している頴花を多数に採取できたので，これらの頴花につき葯骸の存否を調査して第2表の成績を得た．

Table 1. The Weather Table (from April 20 to June 10, 1956).

Date		Mean temp. (°C)		Sunshine (h.)		Precip. (mm)	
		in 1956	mean for past 60 years	in 1956	mean for past 60 years	in 1956	mean for past 60 years
April	20 — 25	14.3°	14.2°	34.7^h	34.5^h	15.3^{mm}	20.3^{mm}
	26 — 30	13.0	14.9	39.5	37.2	6.7	16.9
May	1 — 5	17.1	15.8	40.2	35.4	29.6	20.6
	6 — 10	15.0	16.7	18.1	37.6	11.9	17.9
	11 — 15	14.7	16.8	11.6	36.7	30.8	15.9
	16 — 20	16.8	17.8	31.6	38.1	9.3	16.4
	21 — 25	19.0	18.2	10.8	41.1	50.3	13.7
	26 — 31	18.9	19.0	22.9	46.8	16.4	18.7
June	1 — 5	22.2	20.0	20.1	38.6	26.4	20.6
	6 — 10	20.9	20.7	34.7	37.1	25.0	18.6

Remark. Heading date : April 26—May 5.

Table 2. Relation between the Incipient Attack by Head Blight of Wheat Florets and the Existence of Anther Corpses in the Blighted Florets. (On May 25～28, 1956 ; at the Okayama Agr. Exp. Sta.)

Varieties	No. of infected florets observed.	No. of florets with anther corpses.	No. of florets without anther corpses.	Percentage of infected florets with anther coroses.
Shinchunaga	80	72	8	90%
Norin No. 52	100	92	8	92
Akatsuki komugi	100	100	0	100
Hatakeda komugi	50	50	0	100
Shirasagi komugi	80	64	16	80

この成績よりも明らかなように，各品種とも発病源となつた頴花には，その殆どが葯骸を保有していることを明らかにし，既述の多くの研究者の結果を再確認することができた．

但し例外的に葯骸の認め難い罹病頴花も介在した．これは和田氏等[8]の指摘したように，花糸から侵入したのか，頴外に附着して脱落しなかつた葯骸から侵入したのが，または直接に侵入したのかは明らかではなかつたが，いずれにしても各品種に亘り，葯骸が赤かび病の侵入に密接な関係のあることは疑う余地はない．

V. 赤かび病の罹病頴花又は罹病小穂に対する観察調査

赤かび病の罹病に対して外観的に，確定的な判定法は，被害部に特有の紅色のかび（分生胞子）を生ずることである．

この分生胞子の頴花発生の模様を観察するに，まず必ず内外頴の縫合部に沿つて発生する．

この事実は頴内に菌糸が侵入し，充実中の粒並びに頴の内側柔組織に侵入し，こゝに菌糸が綿状に蔓延し，次に乾燥状態に転化すると頴外には紅色の胞子が形成せられ，赤かび病独自の病徴を呈することを示す．

また1小穂内の第1及び第2頴花は，その外頴は必ず空頴（護頴）に接着しているが，この外頴と空頴ととの縫合部からは赤かび病胞子の発生は殆んど見られず（第3表），また和田氏等[8]は穂軸だけの罹病は発見できなかつたことを報じた.

Table 3. Development of Head Blight from the Margins of Empty Glumes of the 1st and 2nd Florets in a Spikelet. (Observed on May 28, 1956)

Varieties	No. of observed spikelets.	No. of spikelets infected margins of empty glumes.
Shinchunaga	50 spikelets	0 infected margins
Norin No. 52	48	2
Akatsuki komugi	49	1

これらの事実は赤かび病菌の発育は内外両頴内の腔内にあつて，頴組織を侵害することによつて充分な菌糸の発生を終えて頴外に胞子の発生をもたらすのが典型的な罹病様相であることを示すものである.

VI.　罹病頴花又は罹病小穂の枯凋

赤かび病の発病時期が成熟期までに10日乃至十数日以上も以前の場合は，被害頴花又は被害小穂はその健全なものに対し，次のような外貌を呈する.

即ち1小穂内に完全に被害を蒙つた頴花と，未だ被害程度の顕著でない頴花が共存する場合はこの被害頴花は被害の軽微な頴花に比し，また被害が1小穂の全頴花に及んでいる場合は，この被害小穂はその隣接の無被害小穂に比し，それらの両頴は固く閉鎖萎縮して，あたかも不稔頴花か不稔小穂にのみ発病したかの感を懐かせる（第1及び2図）.

Fig. 1. A blighted floret (A) and a healthy floret (B).

Fig. 2. Blighted spikelet (A) and healthy pikelet (B).

このような外観を呈するのは次の理由による．

即ちこれは，健全粒の充実過程を調べることによつて明らかとなる．まず次のように充実中の小麦粒の水分含量，生粒を乾物粒との容積比などを調べて，第4及び5表の成績を得た．

Table 4. — Water Content of Wheat Grains in the Head which were 11～13 Days before Ripening.
(Examined on May 28; matured on June 8～10, 1956)

Varieties	No. of grains examined.	Weight of fresh grains.	Weight of desiccated grains.	Watercontent
Ejimashinriki	88 grains	4.118 gm.	1.499 gm.	64%
Norin No. 52	100	5.174	2.086	60
Norin No. 4	84	4.738	1.870	61

Remark : Water content were measured by heating at 70°C for 48hrs.

即ち昭和31年5月28日～6月1日頃は成熟前8～10日に当り，当時なお赤かび病の被害が顕著に進行しつゝある頃で，小麦農林52号についての調査によれば，粒の水分は55～64%内外で，胚乳の盛んに蓄積されつゝある状態にあり，その体積については，当時の生粒を乾燥せしめると，1/3の体積に収縮した（第3図）．

Percival氏[5)]（1921）も小麦粒について，水分含量52～53%当時の粒の容積は最大に達し，その後粒の充実にともない乾物重は漸増するが容積は漸減することを述べているので，上記の時期の前後が生粒の最大容積の時期に当ると推定できるであろう．

以上の事実は，この当時の健全穎花の粒は，その生体重や体積はほゞ最大に達した時期に当り，水分含量は60%内外でその外観は豊満ではち切れる許りの充実を示すが，これらの生粒が赤かび病に侵されると例外なく粒は侵害せられ水分並びにその内容を失い，生粒の体積の約3割内外の体積に萎縮し終るため，出穂当時そのまゝの穎花ないしは小穂の外観，換言すれば不稔穎花ないし不稔小穂そのまゝの外観を呈するに至る．

Fig. 3. Comparison of the volume of fresh graing with that of desiccated ones at the time the grain reached its maxmum volume.
(About 10 days before ripening)
A : The fresh grains.
B : The desiccated girains.

なお1小穂中の1穎花に発病を認めてからその小穂全体が罹病するまでには，2～3品種につき5月26日に1穎花に発病を認めたものは，同30～31日にその穎花の属する小穂全体に罹病を示したので，ほゞ4～5日を要したことになる．これは発病時期や降雨などの関係によつても多少の遅速が考えられるが，1例として述べておく．

Table 5.　Comparison between Fresh Grains and Desiccated Ones of the Ears which were about 8 Days before Ripening(1). Norin No. 52

Weight of 300 frerh grains.	Volume of the fresh grains.	Weight of 300 desiccated grains.	Volume of the desiccated grains.	Water content (To the weight of fresh grains)	The size of grains(2) (fresh)(3)		
					length	width	thickness
16.30gm.	14.3cc	7.37gm.	4.6cc	54.8%	7.4mm	4.3mm	3.4mm

Remarks: (1) Measured on June 1, 1956.
(2) Average numbers of 20 grains.
(3) The size of riped dry grains was as follows:
length, 6.8mm: width, 3.4mm: thickness, 2.9mm.

Ⅶ. 1小穂内の発病源となつた穎花の位置の品種間差異と穎花別葯殻保有歩合

罹病小穂につきその小穂の穎花のうち，どの位置の穎花からまず罹病したかにつき，前記5品種について移植による単植区及び普通栽培区において調査した.

調査の方法としては，1小穂で4穎花以上を有するもので，そのうちで最初に罹病した穎花が判然と識別できる小穂のみを調査対象とし，その穎花の部位を(1)第1及び第2穎花，(2) 第1～2穎花以外の上位の穎花（第4図参照）との2群に分ち，初発病穎花がいずれの群にあるかを調査した．まず移植区における成績は第6表の通りである．

この成績について，統計分析を行つた結果，小穂（1小穂に4穎花以上を有する小穂を調査対象とする）の穎花を第1～第2穎花群とそれ以上の穎花群とに分つ場合には，発病源となつた穎花群が品種によつて異にし，その間に極めて有意な差のあることが認められた．

即ち発病源となつた穎花の位置について，新中長や畠田小麦は第3穎花より上位の穎花のうちより発病するものが非常に多いのに反し，シラサギコムギでは逆に第1～第2穎花が罹病源となり，アカツキコムギでは第1～第2穎花に発生が多いが，他の残余の穎花でも発病源となることが多く，両群間に比較的均等な発病率を示している．小麦農林52号においても新中長や畠田小麦のように劃然とはしないが，第1～第2穎花以外の穎花にむしろ発病が多い傾向を示した．

換言すれば，赤かび病の小麦品種の罹病に関し，発病源となる小穂中の穎花の位置について，第1～第2穎花より侵入を受けやすいもの（例：シラサギコムギ），第1～第2穎花以外のそれ

Table 6.　The Position of the Incipient Blighted Floret in Spikelets(1)

Varieties	Resistance to head blight	No. of blighted spikelets	No. of 1st or 2nd floret which was blighted incipiently
Shinchunaga	most resistant	60spikelets	16florets
Norin No. 52	resistant	80	37
Hatakeda komugi	less resistant(2)	56	14
Akatsuki komugi	susceptible	70	40
Shirasagi komugi	less susceptible(2)	100	74

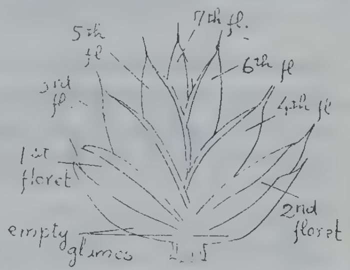
Remarks: (1) The spikelets measured were selected spikelets with 4 or more florets.
(2) A less resistant variety means more resistant than a less susceptible one.
(3) Slight opening of glumes in 1st and 2nd florets were shown, but no anther

より上位の頴花より侵入を受けやすいもの（例：新中長，畠田小麦），及びこの両群間の頴花のいずれからも相当の侵入を受けるもの（例：アカツキコムギ）の3群に大別せられることを認めた．そしてその間に互に有意の差があつた．

なお本調査において調査対象を1小穂当り4頴花以上を有する小穂に置いたのは，第1～第2頴花の2個の頴花を1群とする以上，これに対比すべきそれより上位の花群も，第3～第4頴花の2個の頴花を有する合計4頴花の小穂のみについて調査を進めるべきであつたが，1小穂当りこのような頴花数に限定する場合は試料の蒐集が困難であつたので，第1～第2頴花群に対し，第3～第4頴花のもの及びそれ以上の頴花を有するものも一括してこれを対応群とした．従つて第1～第2頴花群では2個の頴花が調査の対象となつているのに対し，第3頴花以上の群では2個以上の頴花が調査対象となつた．

この第3頴花以上の群の品種別平均頴花数については調査を欠いたが，肉眼観察によれば，例えば畠田小麦やアカツキコムギなどはシラサギコムギに比して相当大幅に多いことが察せられた．しかしいずれにしても全品種とも第3頴花以上の群が必ず第1～第2頴花群より頴花数が多いにかゝわらず，品種によつて明らかに第1～第2頴花群の発病の多いものが存在している点よりみて，このように1小穂内の頴花を2群に分けた場合における発病源となる頴花の位置に対する品種間差異の存在は，充分に察知することができる．

Fig. 4. Florets in a spikelets.



なお小麦穂には1小穂当りの頴花には1～3個のものも多数に着生し，これらの頴花で罹病したものもあつたにかゝわらず本調査ではすべてこれを除外したので，もしこれらの小穂をも調査対象に含ませる方法で調査する場合には，異なる比率が出ることが予想されるが，それでも前表より得た発病源頴花の品種間差異についてはほゞ同一結論に達するものと考えられる．

このように小穂内の頴花の位置によつて品種的に相違を示した事実に対し，一方これらの品種の穂につき，1小穂当り4頴花以上を有する小穂の頴花別の葯殻の保有状態を，前記調査に準じて調査した．即ち小穂内の頴花を(1)第1及び第2頴花，(2)第1～第2頴花以外の上位の頴花との2群に区別し，各群ごとの頴花保有の葯殻数を調査して第7表の成績を得た．

但しこの調査では頴内残留のものと両頴に挟保されたものとの区分は行わず，単に葯殻を有す

of Wheat which were transplanted. (Measured on May 28, 1956)

No. of remaining floret which was blighted incipiently	% of 1st or 2nd floret in a spikelet attacked by head bligth incipiently	% of remaining floret in a spikelet attacked by head blight incipiently	Remark : Degree of opening of glumes caused by swelling of the grain
44florets	28%	72%	Remarkable
43	46	54	Remarkable
42	25	75	Remarkable
30	56	44	Slight(3)
26	73	27	No opening

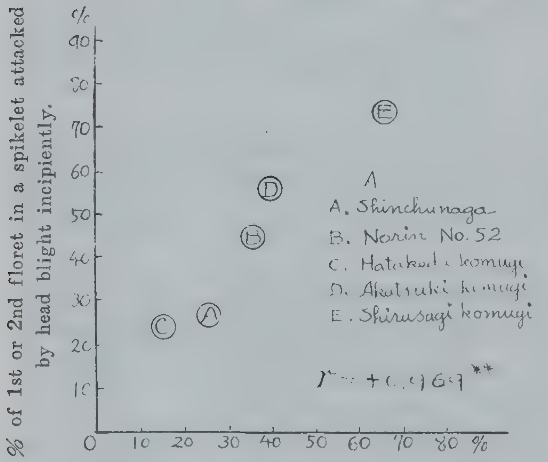
corpses were thrown out.

Table 7. Varietal Difference of Existence of Anther Corpses according to the Position of Florets in a Spikelet.
(Measured on May 18 ～22, 1956)

Varieties	No. of examined florets(1)	No. of 1st and 2nd florets kept anther corpses (a)	No. of remaining florets kept anther corpses (b)	No. of total florets kept anther corpses (c)＝(a)＋(b)	To total No. of flörets kept anther corpses, (c)	
					% of 1st and 2nd florets kept anther corpses. (a)/(c)	% of remaining florets kept anther corpses (b)/(c)
Shinchunaga	1447spikelets	109florets	304florets	413florets	26%	74%
Norin No. 52	1472	232	404	636	36	64
Hatakeda komugi	1609	92	435	527	17	83
Akatsuki komugi	1643	644	969	1613	40	60
Shirasagi komugi	1257	331	172	503	66	34

Remarks： (1) Average number of 20 ears.
(2) The spikelets measured were selected spikelets with 4 or more florets.

Fig. 5. Correlation between % of 1st or 2nd floret in a spikelet attacked by head blight incipiently and varietal difference in % of 1st and 2nd florets kept anther corpses.



% of 1st and 2nd florets (either or both) kept anther corpses.
Remark：Every spikelet tested had 4 or more florets.

る穎花と有しない穎花とに区分して調査した.本成績よりも明らかなように,品種によつて穎花別の保有葯骸に著い差異を示した.

こゝに赤かび病の発病源となつた小穂内第1～第2穎花群の品種別発病歩合（第6表）と，同穎花群の残留葯骸の品種別歩合（第7表）との相関を求めると第5図の通りであり，その相関係数は $r=+0.969^{**}$ を得た.

即ちこの結果は，各品種の穎花部位別の葯骸保有の比率とそれらの品種の穎花別発病比率とはよく一致することを示すものである.

次に前記の品種につき，普通栽培区における試料により同様の調査を行つた結果も，上記移植栽培区の結果と同一傾向を有することを知り，その結果の正当なことを確証することができた.

以上の成績より1小穂内の穎花別の葯骸保有歩合の品種的特長そのまゝが，赤かび病の1小穂内の発病源となつた穎花の位置との関係に合致するという事実は，赤かび病の発生と葯骸の存在が極めて密接な関係のある事実を立証するものである.

Ⅶ. 考 察

昭和31年は開花直後の5月初旬より6月10日前後の成熟期までの結実期間は降雨曇天が多かつたが，発病状況は各品種を通じて5月17日に数本の発病穂を認めたに過ぎず，5月22～23日の降雨後に於て抵抗性の弱い品種の穂にはあまねく病徴の発現が見られるに至つた.

薄荷の育種学的研究

（第８報） 薄荷種間雑種の生産力並びに精油の性状に関する研究*

池田長守・宇度清六

Studies of Mint Breeding

VIII. Studies on the Productivities and the Properties of Essential Oils of Interspecific Hybrids in the Genus *Mentha*

Nagamori IKEDA and Seiroku UDO

Yields of herbs and essential oils of two interspecific hybrids of mint were determined. One is F_1's that involve *M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL. (Japanese mint) and *M. spicata* L. (pilose form), the other is F_1's that involve *M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL. and *M. spicata* L. var. *crispa* BENTH. Physicochemical properties of essential oils as well as the components that make up the essential oils were also studied. Results acquired were as follows : —

(1) F_1's grew vigorously and gave better yields of herbs than the parents, though the yields of the different strains (clones) consisting F_1's varied one another (Table 1, 2). It was recognized too that drought resistance and rust immunity which F_1's possessed, (the parents of non-Japanese mints also had these characters) were also the cause of high productivity of herb, besides the vigorousness of growing.

(2) Some F_1 strains (clones) wese by no means inferior in yield (%) of essential oil from herb, to the Japanese mint which was generally high in essential oil content. Consequently, their production of essential oil per unit acreage was higher than that of the Japanese mint.

(3) F_1's that involved Japanese mint and *M. spicata* var. *crispa* were superior to F_1's that involved Japanese mint and *M. spicata* (pilose form) in yields of herb and essential oil. Moreover, in the former F_1's, there were strains which gave essential oils of good qualities (Table 1, 2). The authors recognized consequently *M. spicata* var. *crispa* was superior as the mother species of interspecific hybrid.

(4) Essential oils of two varieties of *M. spicata* (non-Japanese parents) contained about 25% of free menthol and 50% of unsaturated ketones. Most of F_1 strains also contained 25～45% of free menthol and 25～50% of unsaturated ketones in their essential oils. Their herb had a smell peculiar to their unsaturated ketones. However, two F_1 strains 〔F_1 89〕, 〔F_1 92〕 that involved Japanese mint and crisp mint had about 75% of free menthol and only a few percentage of unsaturated ketones in their essential oils, the composition of which was alike that of Japanese mint (Table 3, 4). They were good perfumers like Japanese mint.

(5) Unsaturated ketones which were contained in the essential oils of the non-Japanese mints and the Majority of F_1's that involved Japanese mint and non-Japanese mint, or

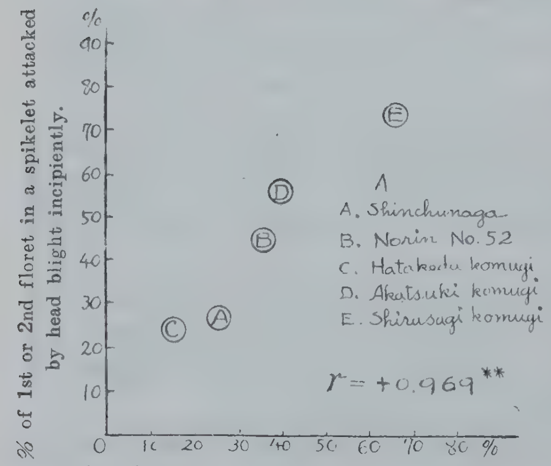
* 本研究は昭和30年（1955年）10月，日本育種学会第９回講演会において，その一部を発表した.

Table 7. Varietal Difference of Existence of Anther Corpses according to the Position of Florets in a Spikelet.
(Measured on May 18 ~22, 1956)

Varieties	No. of examined florets(1)	No. of 1st and 2nd florets kept anther corpses (a)	No. of remaining florets kept anther corpses (b)	No. of total florets kept anther corpses (c)=(a)+(b)	To total No. of flörets kept anther corpses, (c)	
					% of 1st and 2nd florets kept anther corpses. (a)/(c)	% of remaining florets kept anther corpses (b)/(c)
Shinchunaga	1447spikelets	109florets	304florets	413florets	26%	74%
Norin No. 52	1472	232	404	636	36	64
Hatakeda komugi	1609	92	435	527	17	83
Akatsuki komugi	1643	644	969	1613	40	60
Shirasagi komugi	1257	331	172	503	66	34

Remarks : (1) Average number of 20 ears.
(2) The spikelets measured were selected spikelets with 4 or more florets.

Fig. 5. Correlation between % of 1st or 2nd floret in a spikelet attacked by head blight incipiently and varietal difference in % of 1st and 2nd florets kept anther corpses.



% of 1st and 2nd florets (either or both) kept anther corpses.

Remark : Every spikelet tested had 4 or more florets.

る頴花と有しない頴花とに区分して調査した．本成績よりも明らかなように，品種によつて頴花別の保有葯骸に著い差異を示した．

こゝに赤かび病の発病源となつた小穂内第1～第2頴花群の品種別発病歩合（第6表）と，同頴花群の残留葯骸の品種別歩合（第7表）との相関を求めると第5図の通りであり，その相関係数は $r=+0.969^{**}$ を得た．

即ちこの結果は，各品種の頴花部位別の葯骸保有の比率とそれらの品種の頴花別発病比率とはよく一致することを示すものである．

次に前記の品種につき，普通栽培区における試料により同様の調査を行つた結果も，上記移植栽培区の結果と同一傾向を有することを知り，その結果の正当なことを確証することができた．

以上の成績より1小穂内の頴花別の葯骸保有歩合の品種的特長そのまゝが，赤かび病の1小穂内の発病源となつた頴花の位置との関係に合致するという事実は，赤かび病の発生と葯骸の存在が極めて密接な関係のある事実を立証するものである．

VII. 考　　察

昭和31年は開花直後の5月初旬より6月10日前後の成熟期までの結実期間は降雨曇天が多かつたが，発病状況は各品種を通じて5月17日に数本の発病穂を認めたに過ぎず，5月22～23日の降雨後に於て抵抗性の弱い品種の穂にはあまねく病徴の発現が見られるに至つた．

この機会を利用し，最初に罹病したことの判然としている頴花のみについて調査した結果，その殆どに骸葯が残存していることが判り，多くの研究者によつて認められたように，葯骸が赤かび病の侵入の仲介をなしていることの再確認ができた．

次に1小穂内で最初に病徴を示し，明らかに侵入源となつたと認定せられた頴花の位置（花位）を調査したところ，品種によつて明らかに差異のあることを認めた．

即ち1小穂（4頴花以上を有するもの）を第1第2頴花とそれより上位の頴花群との2群に区分した場合に，新中長や畠田小麦では第1～第2頴花群よりも，それより上位の頴花群の方に発病率が高かつたのに対し，シラサギコムギでは第1～第2頴花群の方に発病率が高く，アカツキコムギでは両群間に大差がなかつた．

このような小穂内の頴花別の罹病事情に対して，一方では別に健全穂について，この両頴花群の葯骸の残留率を求めたところ，第1～第2頴花群がそれより上位花群より発病の低い新中長，畠田小麦では葯骸残留率についても第1及び第2頴花群に低く，逆にシラサギコムギの如く第1～第2頴花群に発病率の高いものは葯骸残留率も高く，また両群の発病率に大差のないアカツキコムギでは葯骸残留率でも大差のない成績を示した．

このように赤かび病の小穂内頴花別の発病率は，頴花別の葯骸残留率とよく一致することを認め，赤かび病の発生と葯骸残留との間に不可分の関係のあることを証明できた．

この事実はまた粒の充実による開頴を行つて葯骸の放出を行う品種にとつては，発病の時期によつて罹病率や頴花別の発病歩合に相違をきたすことになる．即ち未だ充分に葯骸の放出していない時期に発病する場合には，充分に放出した時期に発病した場合に比して発病率が高い，また新中長などのように成熟期前には各頴花とも粒充実による開頴により，ほゞ完全に葯骸の放出が行われる品種は，そうでない品種に比して当時の降雨による新規発病頴花の極めて稀になる現象を観察できる点よりも肯定できる．

IX. 摘　　　要

(1) 昭和31年5月は小麦の開花期（5月4～6日）より成熟期にかけて降雨，曇天多く，赤かび病の大発生を招いた．しかしその発病は初期の降雨に当つても発病は見られず，数回の降雨を経て5月20日以降に広く発病をもたらした．

(2) 赤かび病の最初に侵入発病した頴花には，葯骸の存在が認められた．

(3) 罹病小穂は他の健全小穂に比し，一見して不稔小穂に発病したかのような観を呈するが，これは粒が多量の水分を含み，その体積の最高に達した頃の粒が侵されると，間もなくその小穂内の全粒が枯死して粒の萎凋をもたらし，小穂全体が枯凋萎縮するためである．

(4) 1小穂内の発病源となつた頴花の位置を調査すると，品種間に相違がある．即ち1小穂当り4頴花以上を有する小穂を対象とし，この1小穂内の頴花を第1及び第2頴花群とそれより上位の頴花群とに区分した場合，第1及び第2頴花群に発病比率の高い品種（例：シラサギコムギ），第1及び第2頴花群より上位の頴花群に発病比率の高い品種（新中長，畠田小麦），両頴花群ともに発病の高い品種（アカツキコムギ）とに分けられた．

(5) このような発病源頴花群の品種間差異は，そのまゝ頴花群別の葯骸残留状況と一致する．即ち第1及び第2頴花群に発病源となつた頴花の多いシラサギコムギは第1及び第2頴花群の葯骸残留率がそれより上位の頴花群に比して高く，その他の頴花群別発病の関係についても，頴花群別葯骸残留率と並行的関係にあつた．

(6) 粒の充実に伴う開穎現象によつて葯骸放出を行う品種（例えば新中長，畠田小麦など）にあつては，この結果からもその放出の程度によつて当然罹病の軽減をもたらすことが予想される.

文　献

1) ANDERSON, A. L. (1948): The development of Gibberella zeae headblight of wheat. Phytopath., 38.

2) DICKSON, J. G., JOHANN, H. and WINELAND, G. (1921): Second progress report on the Fusarium blight (scab) of wheat. (Abstract.) Phytopath. 11, 35.

3) 東駿次，加藤智通 (1954)：麦類品種の赤カビ病抵抗性に関する研究（II），東海近畿農業試験場研究報告栽培部，第1号.

4) 西門義一，井上忠男 (1954)：小麦赤黴病の第二次発生に関する研究，第1報，農学研究，41巻，4号.

5) PERCIVAL, J. (1921): The Wheat Plant. A monograph. London.

6) PUGH, G. W., JOHANN, H. and DICKSON, J. D. (1933): Factors affecting infection of wheat heads by Gibberella saubinetii. Jour. Agr. Res., 46.

7) 竹上靜夫 (1942)：赤黴病に対する小麦品種の耐病性の差異並に其の機構に就て，育種研究，1輯.

8) 和田栄太郎，深野弘 (1951)：小麦赤黴病の罹病経路と品種抵抗性についての一考察，九州農業試験場彙報，1巻，1号.

薄 荷 の 育 種 学 的 研 究

（第8報） 薄荷種間雑種の生産力並びに精油の性状に関する研究*

池 田 長 守 ・ 宇 度 清 六

Studies of Mint Breeding

VIII. Studies on the Productivities and the Properties of Essential Oils of Interspecific Hybrids in the Genus *Mentha*

Nagamori IKEDA and Seiroku UDO

Yields of herbs and essential oils of two interspecific hybrids of mint were determined. One is F_1's that involve *M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL. (Japanese mint) and *M. spicata* L. (pilose form), the other is F_1's that involve *M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL. and *M. spicata* L. var. *crispa* BENTH. Physicochemical properties of essential oils as well as the components that make up the essential oils were also studied. Results acquired were as follows : —

(1) F_1's grew vigorously and gave better yields of herbs than the parents, though the yields of the different strains (clones) consisting F_1's varied one another (Table 1, 2). It was recognized too that drought resistance and rust immunity which F_1's possessed, (the parents of non-Japanese mints also had these characters) were also the cause of high productivity of herb, besides the vigorousness of growing.

(2) Some F_1 strains (clones) wese by no means inferior in yield (%) of essential oil from herb, to the Japanese mint which was generally high in essential oil content. Consequently, their production of essential oil per unit acreage was higher than that of the Japanese mint.

(3) F_1's that involved Japanese mint and *M. spicata* var. *crispa* were superior to F_1's that involved Japanese mint and *M. spicata* (pilose form) in yields of herb and essential oil. Moreover, in the former F_1's, there were strains which gave essential oils of good qualities (Table 1, 2). The authors recognized consequently *M. spicata* var. *crispa* was superior as the mother species of interspecific hybrid.

(4) Essential oils of two varieties of *M. spicata* (non-Japanese parents) contained about 25% of free menthol and 50% of unsaturated ketones. Most of F_1 strains also contained 25~45% of free menthol and 25~50% of unsaturated ketones in their essential oils. Their herb had a smell peculiar to their unsaturated ketones. However, two F_1 strains (〔F_1 89〕, 〔F_1 92〕) that involved Japanese mint and crisp mint had about 75% of free menthol and only a few percentage of unsaturated ketones in their essential oils, the composition of which was alike that of Japanese mint (Table 3, 4). They were good perfumers like Japanese mint.

(5) Unsaturated ketones which were contained in the essential oils of the non-Japanese mints and the Majority of F_1's that involved Japanese mint and non-Japanese mint, or

* 本研究は昭和30年（1955年）10月，日本育種学会第8回講演会において，その一部を発表した。

at least most part of the ketones, were supposed to be *l*-carvone from the physico-chemical properties of the essential oils (Table 5).

The F_1's of interspecific hybrid, especially the last mentioned two F_1 strains 〔F_1 89〕 and 〔F_1 92〕 had many desirable characters as described above. They closely resembled, though not superior to, Japanese mint in the quality of essential oils and had many good characters (as drought resistance, rust resistance etc.) which originated from the parent of non-Japanese mint. They will answer our purpose as the stocks for the improvement of Japanese mint.

From the above mentioned results, the authors are interested in the crossing experiment of Japanese mint with many other species of mint as the means of improvement of Japnese mint.

Ⅰ. 緒　　　言

薄荷属種間の類縁を知り，又育種素材育成の目的をもつて，筆者等は薄荷種間雑種の研究を行つている．本報においては先にその形態的，生理的諸性質並びに核学的観察結果を報告した日本薄荷（*M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL.）×オランダハッカ（*M. spicata* L. var. *crispa* BENTH.）の F_1 及び日本薄荷×*M. spicata* L.（pilose form）の F_1 における葉子*生産力，精油（取却油）生産力並びに精油の性状についての実験結果を報告し，併せて日本薄荷の育種に種間雑種利用の可能性を考えて見たい．

本研究に当り，葉子の蒸溜，精油の分析に施設の使用を許された岡山県立農業試験場長鋳方博士に，又有益なる助言を賜わつた倉敷分場長池畑勇作技師並びに中山猛郎技師に謹んで謝意を表する．

Ⅱ. 実験材料及び方法

本研究は日本薄荷×オランダハッカ及びその逆交雑の F_1 5系統，日本薄荷×*M. spicata* の F_1 6系統，両親3種並びに標準日本薄荷1品種，合計15の系統について行つた．1955年，各系統を5坪宛栽培し，第1回刈取（2番刈）を8月2～6日に，第2回刈取（3番刈）を10月15日にそれぞれ行つた．葉子重量を秤量して後，直ちに水蒸気蒸溜して精油を採取し，次いで各種成分を定量し，又物理的性質の検定を行つた．

実験に用いた交雑親の日本薄荷，オランダハッカ，*M. spicata*，それらの F_1 及び日本薄荷標準品種「三美」にはそれぞれ第1表に示す如き系統番号を付す．以下本文においては特に必要な場合以外は系統番号をもつて呼ぶ．尚系統番号はすべて筆者等のⅣ報[5]，Ⅴ報[6]のそれに一致する．F_1 のうち〔93〕を日本薄荷親とするのは〔F_1 82〕，〔F_1 83〕，〔F_1 91〕，〔F_1 92〕の4系統で残りの7系統の日本薄荷親は枯死して本実験に供することが出来なかつた．〔93〕は生産力及び精油の物理的，化学的性質が略現在の日本薄荷の経済栽培品種なみであるから，この〔93〕と岡山地方の標準品種「三美」〔35〕を比較の対照として用いた．

Ⅲ. 実験結果及び考察

（1） F_1 植物の生長並びに葉子收量

F_1 の葉子收量は両親のいずれよりも多く，ヘテローシスを示すが，その程度は交雑組合せの

* 薄荷の茎葉を風乾し，之を水蒸気蒸溜して精油をとる．この蒸溜前の乾茎葉を「葉子」と称する．本実験では茎葉を乾かさず生のまま蒸溜した．よつて本報では特に生の茎葉を「葉子」と呼ぶこととする．

相異により，又 F_1 系統の違いによつて大きな差が見られた．一般に草の初期生長は日本薄荷×〔4〕の F_1 は非常に旺盛で夏季開花も早く，第Ⅳ報[5] で述べた様に7月下旬或はそれ迄に開花を初める．開花最盛期を刈取の適期とすると，8月上旬の刈取は晩きに失する．日本薄荷×〔1〕の F_1は初期生長が鈍く8月上旬に漸やく開花を初め，10日すぎが刈取の適期と考えられた．7月下旬以降旺盛な生長を遂げ，その生草量は日本薄荷×〔4〕の F_1 に迫るが，8月上旬の刈取期には未だ日本薄荷×〔4〕の F_1 に及ばなかつた．刈取後の再萠芽及び秋季の生長も同様の傾向が見られ，3番期も日本薄荷×〔4〕の F_1 の方が，平均して若干葉子收量が多かつた（第1，2表）．

実験を行つた1955年の夏は特に旱魃がはげしく，そのために日本薄荷の夏季生育悪く，一般に3番期の葉子收量が少かつた．実験圃場においても一部枯死し，旱害は観察された．3番期の葉子收量の2番期に対する減少率は〔93〕，〔35〕の平均が52％であるのに，F_1 の平均は29％，〔1〕，〔4〕の平均は26％であつた．この減少率の相異は勿論〔1〕，〔4〕及び F_1 諸系統の旺盛な萠芽，生長力によるものであるが，一部はこれら諸系統の対旱性に帰せられる．日本薄荷は銹病に対して罹病性であり，しばしば秋季に発生して落葉の原因となり，3番期の葉子收量を減少させる．本実験で〔1〕，〔4〕が圃場で罹病しているのを見なかつた．鋳方(1929)[4] によれば *M. spicata* は銹病に対して免疫性である．F_1 においても同様罹病葉は発見されず，銹病抵抗性（或は免疫性）は優性形質と見受けられる．日本薄荷親〔93〕には可なりの被害があつた．そして銹病も同系3番期葉子減收の原因の一部をなすものと解された．

Table 1.　Productivities (summer season).

Species	Line No.	Yield of fresh mint herb per 5 tubo* kg	% of essential oil from fresh herb %	Yield of essential oil per 5 tubo* g	% of menthol crystal by freezing 10%	Yield of menthol crystal per 5 tubo* g
M. spicata (pilose form)	1	27.78	0.153	42.6		
F_1 *arvensis* × *spicata*	82	42.11	0.190	80.1		
	83	42.10	0.125	52.8		
	84	15.03**	—	—		
	85	32.15	0.134	43.2		
	86	24.07	0.431	103.7		
	90	40.44	0.211	85.2		
M. arvensis var. *piperascens*	93	19.70	0.208	41.0	4.8	19.7
F_1 *arvensis* × *spicata* var. *crispa*	87	38.81	0.389	151.0		
	88	44.61	0.339	151.3		
	89	51.51	0.324	167.1	2.6	43.4
F_1 *spicata* var. *crispa* × *arvensis*	91	37.98	0.302	114.8		
	92	17.67	0.199	35.1	6.1	21.4
M. spicata var. *crispa*	4	28.06	0.266	74.5		
M. arvensis var. *piperascens* (standard variety)	35	26.86	0.369	99.2	5.5	54.6

*　Acreage about 1/6 ares

**　Scanty yield of herb is due to poor germmation from rhizome in spring.

Table 2. Productivities (autumn season).

Line No.	Yield of fresh mint herb per 5 tubo kg	% of essential oil from fresh herb %	Yield of essential oil per 5 tubo g	% of menthol crystal by freezing 10%	Yield of menthol crystal per 5 tubo g
1	19.82	0.080	15.9		
82	21.94	0.194	42.6		
83	27.90	0.151	42.1		
84	21.67	0.224	48.5		
85	32.28	0.210	67.8		
86	19.91	0.349	69.5		
90	27.33	0.158	43.2		
93	12.38	0.225	27.9	6.1	17.2
87	29.12	0.295	85.9		
88	27.27	0.139	37.9		
89	27.28	0.243	66.3	4.1	27.2
91	32.67	0.231	75.5		
92	7.07*	0.147	10.4	6.3	6.6
4	21.74	0.125	27.2		
35	10.17*	0.352	35.8	6.4	22.9

* Scanty yield is due to partial death of herb after the harvest of summer season.

(2) 精油収量並びに収油率

葉子からの収油率も交雑組合せの相異により又 F_1 の系統により可なりの変異が見られた．2番期においては日本薄荷×〔4〕の F_1 の収油率は一般に高く，平均 0.3 %を越えた．両親の何れよりも高いばかりでなく，標準品種「三美」に近い価を示す．3番期の収油率は両 F_1 の相異は少く，又両親の平均に近い．只葉子収量の多いために，両 F_1 の精油収量は2，3番期を通じて両親の何れよりも多く，又同じ理由で日本薄荷×〔4〕の F_1 の精油収量は日本薄荷×〔1〕の F_1 のそれより多かつた（第1，2表）．

(3) 精油の化学成分

遊離メントール，化合メントール，メントン，不飽和ケトン（但不飽和ケトンは2番期のみ）の4成分を定量した．遊離メントールの定量は2番期には鹼化法[2)10)]を、又3番期には三井法[7)]を用い，化合メントールの定量には2，3番期共鹼化法を用いた．メントンの定量は2番期にはナトリューム還元法[11)]を，3番期にはヒドロキシル・アミン法[10)]を用いた．不飽和ケトンの定量は中性亜硫酸曹達法[2)10)]（ブルゲス氏法）を用いて2番期のみ行い，3番期には行わなかつた．実験結果は第3，4表に示す．

遊離メントールは日本薄荷の精油の主成分で，経済栽培品種は通常75%以上の遊離メントールを含み，薄荷精油の目や鼻にしみ入るような特異の芳香はこれによる．薄荷精油を氷冷すると遊離メントールの一部は結晶となつて析出する．之を薄荷脳と言い，残液を脱脳油と称する．脱脳油中には通常尚42%の遊離メントールを含む．*M. spicata* 及びオランダハッカの精油の遊離メントール含有率は42%に充たない．従つて，これらは氷冷法によつて薄荷脳を析出しない．日本薄荷×〔1〕の F_1 の遊離メントール含有率は，1系統〔F_1 84〕は両親の中間にあるが，他の5系統は〔1〕親に近く，2，3番期平均35%を越す系統はない．日本薄荷×〔4〕の F_1 では，2

Table 3. Chemical Components of Essential Oils (summer season).

Line No.	Free menthol content %	Ester content, calculated as menthyl acetate %	Menthone content %	Unsaturated ketone content vol. %
1	26.93	13.32	15.43	47.2
82	27.75	11.95	17.35	39.4
83	26.87	12.42	12.36	43.0
84	53.57	—	10.82	—
85	26.58	13.05	7.36	45.0
86	29.64	9.73	21.26	30.6
90	34.57	11.52	13.35	38.5
93	79.65	6.28	4.15	1.2
87	27.02	12.32	15.94	49.5
88	47.85	12.73	12.16	24.5
89	72.89	5.25	3.43	2.5
91	25.30	12.87	10.50	48.5
92	76.46	6.65	4.42	4.2
4	22.52	13.21	14.79	48.0
35	86.92	5.47	2.96	2.0

Table 4. Chemical Components of Essential Oils (autumn season).

Line No.	Free menthol content %	Ester content, calculated as menthyl acetate %	Menthone content %
1	28.08	13.21	15.33
82	28.94	11.89	16.50
83	26.60	13.00	11.80
84	43.04	13.28	13.79
85	26.74	12.84	7.17
86	40.52	9.76	14.77
90	34.38	11.34	11.89
93	78.87	6.34	4.01
87	26.96	12.16	15.93
88	47.47	11.90	11.60
89	73.88	5.65	3.50
91	25.40	12.50	9.87
92	77.31	6.65	4.30
4	22.15	13.11	14.36
35	86.65	5.27	2.45

系統〔F_1 89〕，〔F_1 92〕が日本薄荷の精油の遊離メントール含量に近く，2系統〔F_1 87〕，〔F_1 91〕がオランダハッカのそれに近い．又1系統〔F_1 88〕は丁度中間にある．之等を常法[12]によつて氷冷した．その結果は予想の如く標準品種「三美」〔35〕，日本薄荷親〔93〕，及〔F_1 89〕，

〔F1 92〕の4系統において薄荷脳を析出した．これを検本（標準油）と比較して第1，2表に示す如き採脳率を得た．

化合メントールは薄荷油の香味を軟らげると言われ，脱脳油中にその一定量を含むことが必要とされる．というのは脱脳油は化合メントールを加えて，メントール50%を含有することを要求される商品であるから，化合メントール含有率があまり低いと，屢々脱脳油がこの規格に達しないことがあり，そのため50%に達するまで遊離メントールを油の中に残さねばならぬからである．併し〔1〕，〔4〕親や一部 F_1 の如く 10%を越えるのは多きに失する．というのはそれだけ遊離メントールの含まれる余地を少くするからである．メントンは稍苦味があつて，薄荷油の香味に面白くない影響を与える．F_1 中3系統は日本薄荷油のメントン含有率に近いが，残りの8系統は〔1〕，〔4〕親のメントン含量15%に近く，或はそれを越える．

不飽和ケトンは日本薄荷には殆んど含まれていない．これに反して〔1〕及び〔4〕親は多量の不飽和ケトンを含む．F_1 ではメントールの多い〔F1 89〕及び〔F1 92〕の両系統は僅数%の不飽和ケトンを含むに過ぎないが，メントールの少い残りの8系統は〔1〕，〔4〕親に近い不飽和ケトンを含む．これら成分の相異は茎葉の香気にも現れ，〔F1 89〕，〔F1 92〕はメントール特有の多少刺戟性のある芳香を放つが，他の F_1 系統は〔1〕，〔4〕親に近い異香を放つ．

(4)　精油の物理的性質と化学成分

精油の物理的性質については比重，比粘度，比旋光度及び屈折率を測定した．それぞれオストワルド・スプレンゲル比重計，オストワルド粘度計，ミッチエルリッヒ偏光計及びアッベ屈折計を用いて測定し，定数を計算した．

精油の比粘度は遊離メントール含有率と関係が深く，比粘度の測定によつて，遊離メントール含有率の概数の推定も可能[14]で，長沢[10]によれば脳分5割（遊離メントール略75%）以上の優良薄荷油は比粘度10以上である．本実験においても，日本薄荷〔93〕，〔35〕は勿論，F_1中〔F1 89〕，

Table 5.　Physicochemical Properties of Essential Oils.

Line No.	Specific viscosity η^{25}	Specific gravity d_4^{25}	Specific rotation $[\alpha]_D$	Refractive index n_D
1	2.2999	0.9088	−60.21°	1.4826
82	1.5034	0.8907	−64.95°	1.4795
83	1.7721	0.9012	−64.78°	1.4828
84	—	—	—	—
85	1.5358	0.8959	−62.77°	1.4825
86	2.1224	0.8942	−53.75°	1.4625
90	1.5141	0.8944	−59.51°	1.4789
93	10.2822	0.8930	−40.90°	1.4622
87	1.5569	0.9044	−61.54°	1.4845
88	1.5262	0.9027	−63.25°	1.4791
89	6.8600	0.8934	−36.45°	1.4605
91	1.6952	0.9128	−59.45°	1.4868
92	18.7809	0.8983	−41.13°	1.4601
4	1.9939	0.9034	−58.85°	1.4815
35	13.3372	0.8934	−36.49°	1.4602

〔F_1 92〕の如き遊離メントールを含むことの多い系統は大きな数値を示す．これらメントールを含むことの多い精油の比重，屈折率は不飽和ケトンの多い〔1〕,〔4〕や，F_1 の残り8系統の精油の比重，屈折率に比べて稍小さい．メントールの比重，屈折率と不飽和ケトンのそれとの差によるのであろう．旋光性は日本薄荷の精油，*M. spicata*の精油共に左旋性[3]である．本実験に用いた〔35〕,〔93〕,〔1〕,〔4〕の精油は勿論，F_1 諸系統の精油はいずれも左旋性であつた．〔93〕,〔35〕の精油は〔α〕D＝－36°～－41°であり，F_1 中〔F_1 89〕,〔F_1 92〕の精油の比旋光度も略これに類する．主要成分 *l*･メントールの比旋光度 －49.44° に大きく影響された結果であろう．オランダハッカの精油に含まれている不飽和ケトンは長沢（1938)[8] によれば *l*･カルボンである．又 *M. spicata* に属し，北米で経済栽培されているスペアミント（欧洲においても同様経済栽培されている）の精油は Guenther（1949)[3] によれば，50.7～71.5％の *l*･カルボンを含み，その比旋光度は－50.25°～－60.17°である．本実験に用いた〔1〕は同じく *M. spicata* であり，その精油の比旋光度〔α〕D＝－60.21°も前記スペアミントの比旋光度の範囲内に含まれ（〔4〕の〔α〕D＝－58.85 も同様である）*l*･カルボンの比旋光度〔α〕D＝－62.46°とも略一致するから，その不飽和ケトン（少くともその大部分）は *l*･カルボンであろう．〔F_1 82〕,〔F_1 83〕,〔F_1 85〕,〔F_1 86〕,〔F_1 90〕,〔F_1 87〕,〔F_1 88〕及び〔F_1 91〕の精油に多量含まれている不飽和ケトンも同様の理由で *l*･カルボンと想定される．

Table 6.　Physical Constants of Main Components in the Essential Oil of Mint.

Components	Specific gravity d	Refractive index n_D	Specific rotation $[\alpha]_D$	Literature cited
l･menthyl acetate	0.9185	1.44669～1.44680	－79.42°	Beilstein, Bd. VI. P.32
l･menthol	0.904	1.46096	－49.44°	化学実験学，第9巻，P.403
l･carvone	0.9643	1.4988	－62.46°	〃　〃　P.447
l･menthone	0.896	1.450	－28°	〃　〃　P.407

Ⅳ. 総　括

栄養繁殖を行う植物は，その種形成の過程において遺伝子がヘテロに入りこみ，自身雑種性であることが屢々ある．かかる植物を交雑親に用いると次代に直ちに形質の分離を起す．本報告に取扱つた種間雑種（日本薄荷×*M. spicata* L. 及び日本薄荷×オランダハッカ）の F_1 も種々の点で変異しているが，種間雑種であるために F_1 間のこれらの相異を超越した大きな傾向も見られた．それらのうち育種的に興味のある点を列挙すると次の如くである．

（1） 大部分の F_1 は旺盛な生長を遂げ，葉子の収量は両親のいずれよりも多かつた．併し個々の系統について見れば収量に可なりの変異があつた．又オランダハッカ，*M. spicata* 及び F_1 諸系統においては2番期の葉子収量に対する3番期の減収が日本薄荷より少かつた．これは勿論前者の旺盛な萠芽，生長力によるものであるが，又耐旱性強く当年の夏季旱魃に堪え得たこと及び銹病に対する抵抗性（或は免疫性）のために，日本薄荷のように罹病，落葉しなかつたことなども原因の一部と考えられる．

（2） 外国薄荷や野生薄荷の収油率は一般に日本薄荷に比べて低い．然るに本実験で得た F_1 中には収油率が日本薄荷に劣らぬ系統があり，従つて精油収量も一般に両親より多かつた．

(3)　2組合せの種間雑種中の一方，日本薄荷×オランダハッカの F_1 は，他方の組合せ日本薄荷× *M. spicata* の F_1 に比べて一般に葉子の収量，収油率，従つて精油収量が多かつた．のみならず精油品質の良い系統を含み，交雑親としてオランダハッカの方が優れていることが認められた．

(4)　オランダハッカ，*M. spicata* は精油中に約25%の遊離メントールと約50%の不飽和ケトンとを含む．又 F_1 の多くの系統も25～45%の遊離メントールと25～50%の不飽和ケトンとを含む．それらの茎葉は不飽和ケトン特有の異臭を放つ．しかるに日本薄荷×オランダハッカの F_1 中の2系統〔F_1 89〕及び〔F_1 92〕は精油中の遊離メントール含有率が約 75 %で日本薄荷親のそれに近く，不飽和ケトンは数%に過ぎず，その茎葉には日本薄荷と同様の芳香がある．且前者は葉子，従つて精油収量が多いという点で，又後者は遊離メントール含有率が特に高く，早生である点で特徴がある．

(5)　F_1 の精油中に多量に含まれている不飽和ケトンは，精油の物理的性質からオランダハッカ，*M. spicata* の精油中の不飽和ケトンと同様 *l*-カルボンと想定される．

以上の如く本実験の F_1 は日本薄荷にない優秀な特徴を具えている．特に精油の品質の良好な〔F_1 89〕，〔F_1 92〕の如きは，他種薄荷の優良形質を日本薄荷に取り入れる中間資料として役立つであろう．このように種間雑種から育種資料が得られる可能性は，日本薄荷の交雑対象としてもつと広く他の種を選んで F_1 を作ることの興味を示唆するものである．

引用文献

1) Beilsteins Handbuch der Organischen Chemie. Bd. VI. (1925)
2) GUENTHER, E. (1948) : The Essential oil. Vol. I, Toronto, New York and London.
3) GUENTHER, E. (1949) : The Essential oil. Vol. III, Toronto, New York and London.
4) 鋳方末彦 (1929)：薄荷銹病に関する研究．岡山県立農事試験場特別報告，第34号．
5) 池田長守，宇渡清六 (1955)：薄荷の育種学的研究　第4報，オランダハッカ及びこれと日本薄荷との F1の細胞遺伝学的研究．岡山大学農学部学術報告，第6号．12～19．
6) 池田長守，宇渡清六 (1955)：薄荷の育種学的研究　第5報，日本薄荷と *M. spicata* L. (pilose form) とのF1の細胞遺伝学的研究．岡山大学農学部学術報告，第7号．1～7．
7) 三井哲夫，中山弘義，田中穰，藤原秀章 (1950)：薄荷に関する研究　第1報，薄荷葉中の油分及び遊離メントールの微量定量法．日本農芸化学会誌，第24巻，第2冊．82～88．
8) 長沢　徹 (1938)：日本産薄荷油研究　第9報，本邦産オランダハッカ精油の研究　第2報，Carvone の研究．大阪工業試験場報告，第19巻 (4)．1～104．
9) 長沢　徹 (1951)：薄荷油の品質試験について．岡山県農業改良速報，37．
10) 長沢　徹 (1953)：日本ハクカの向上に関する研究　第4報，岡山県産ハクカの品質研究．岡山県立農業試験場臨時報告，第48号．1～26．
11) 長沢　徹 (1954)：日本ハクカの向上に関する研究　第5報，紅ハクカの研究．岡山県立農業試験場臨時報告，第50号．1～34．
12) 岡山食糧事務所 (1952)：薄荷取卸油検査及び標準油について．
13) 大幸勇吉 (1941)：化学実験学．第9巻．
14) SWIFT, L. J. and THORNTON, M. H. (1943): Viscometric method for determining free menthol in peppermint oil. Ind. Eng. Chem., Anal. Ed., 15. 422.

秋植球根の春植栽培試験について

安田　勲・横山二郎

Research on the Planting in Spring of Autumn-planting Bulbs

Isao YASUDA and Niro YOKOYAMA

(1) Late planted experimental culture of autumn-planting bulbous plants was carried out in the period from October 1955 to March 1956, using Tulip, Dutch Iris, Daffodil, Anemone, Ranunculus and Lilies which are representative bulbs.

(2) First of all, the experimental materials were divided into 3 sections. The one section was planted in the field in October, this is standard; the second was stored at the room temperature and the third was stored in a electric refrigerator at 0°C degree until planting.

(3) As for the sprouting condition before bloom, there was no great difference between the indoor storage and cold storage. But in the case of Tulip (W. Pitt), the cold storage section was superior in germination and the height to the indoor section.

(4) In the period from sprouting to blooming, the height and diameter of flower in Tulip and Iris were larger; and blooming time was earlier than in the standard section. In Daffodil, the later the bulb was set out the worse seemed to be its growing.

(5) Even with the last planting date viz. March 25 th, the blooming of the bulbs was possible. But, blind flowers appeared more frequently, the height and diameter of flowers became smaller and the flowering time became later.

As the object of the experimental cultivation, flowering as late as possible was expected. In fact, there was the difference of flowering time which was within 30 days between October-planting and March-planting, but the cases of Ranunculus and Anemone there were differences of over 30 days.

I. 実験の目的

現在，秋植球根を用いて自然の開花期（主に春から初夏まで）以外に開花させる方法は促成栽培法によるものが大部分である．そして，促成法による開花期の目標を年末から3月一杯に置いているが，その理由は価格の最も高い時に市場に出荷するためである．そういう訳で，秋植球根の開花期は自然或は自然より数個月早くする研究は多くの人によつて実用化されているのであるが，秋植球根を自然の開花期よりおそくする研究はあまり知られていない．筆者はかねてより色々の草花を周年開花させる方法について興味をもつているので，先づ秋植球根の周年開花を目標とし，そのためには秋植球根の植付期を自然の植付期より遅くして開花期をずらす工夫が必要であると思い，予備試験として数個のアイリス（Iris）を3月31日に植込んで見た．その結果，普通秋10月に植付けると4月中下旬に開花するアイリスが，植付期を2〜3月におくらせても5月末から6月初旬にかけて結構開花可能であることを知つたのである．そこで，1955年の秋，秋植球根の代表的な種類であるチュウリップ，水仙，アイリス，アネモネ，ラナンキュラス，毛百合，鉄砲百合を10月（標準区）と実験区として11月から3月まで1カ月毎に畑に植付けた．そして実験数の半数は 0°C の冷蔵庫に入れ，これを同じく11月から3月まで1カ月毎に植付けたのである．然し，年内はとも角，年を越して植付けた球根は生育期の高温のため開花不能となるのでは

ないか．冷蔵した球根はそれだけ生育を停止，つまり休眠していて植付後開花期がかなり遅れるのではないか，その他冷蔵中の球根の外見上の変化，定植後の生育状態，開花期等はどうなるだろうか，以上の事項を知らんがため，次に述べるような実験を行つた．

II．材料及び実験方法

イ．実験材料名

Tulip (William pitt, William Copeland), Dutch Iris (Wedgewood), Ranunculus, Anemone (fulgens), Daffodils (King Alfred), Tunberg Lily, Easter Lily (Krojiku)

ロ．実験材料の重さ

材料の大きさを調べるため，植込（標準区）或は冷蔵前に各種球根の重量を測つておき，この中から比較的斉一のものを選んで実験に供した．但し，百合類は到着当時から鱗片が剝げそうで測定が困難であつたので除外した．このことは第1表に記してある．これらの球根は標準区と室内区とでは木箱に入れて研究室内の床上に置き，冷蔵区は同じく木箱に入れたまま電気冷蔵庫(0°C）に植付日まで入れておいたのである．

Table 1.　The Species Number of Bulbs and Average Weight used in the Experiment. (1955)

Species used in the experiment	Number of bulb	Weight average	Species used in the experiment	Number of bulb	Weight average
Tulip (William Pitt)	146	26.0 g	Dutch Iris(Wedgewood)	220	7.3 g
Tulip (William Copeland)	150	20.0	Tunberg Lily (Keyuri)	70	—
Daffodil (King Alfred)	145	73.1	Easter Lily A	80	—
Anemone (fulgens)	140	2.0	Easter Lily B	71	—
Ranunculus (mixed)	174	3.1			

ハ．植込前の腐敗球調査

実験にとりかかる前，実験に必要な球根を次のような規格（第1表）で用意し，10月25日から翌年3月25日まで室内或は冷蔵庫内に貯蔵しておいたのであるが，この期間中にどの位腐敗したかを調査したのが第2表である．

Table 2.　Research on Decayed Bulbs in Storage. (1955～1956)

Var. \ Date / Section	Oct. 25		Nov. 25		Dec. 25		Jan. 25		Feb. 25		March 25		Total
	In-door	Cold stor.	In-door	Cold stor.	In-door	Cold stor.	In-door	Cold stor.	In-door	Cold stor.	In-door	Cold stor.	
Tulip (Pitt)	0	0	0	0	0	0	8	10	3	6	1	1	29
Tulip (Cope.)	0	0	0	0	0	0	6	1	10	5	0	4	26
Daffodil	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	3
Anemone	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus	0	0	0	0	0	0	0	4	0	6	0	3	13
Dutch Iris	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3
Tunberg Lily	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0	0	0	11
Easter Lily A	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Easter Lily B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ニ．毎月の植込日と数量並びに貯蔵方法

昭和30年10月25日に各種の球根を植えて，これを標準区とし，実験区の方は11〜翌3月迄毎月25日に室内に放置しておいたものと25日に冷蔵庫から取出したものとを区別して植込んだ．冷蔵庫内の温度は昭和30年10月25日より翌31年3月25日迄 0°C とした．両区各種の植付球数は凡そ10球内外であるが，材料の都合で一定していない．植付の場所は本学の研究用圃場で，土質は花崗岩を主とする未風化土であるので，栽培に際しては坪当り堆肥3貫の外に少量の硫安と過燐酸を加えた．

室内にあつた球根はそのまま植付けたが，冷蔵庫内に貯えたものは湿気を含み，青黴が生えているものがあつたので途中で800倍のウスプルン液に30分間浸漬して植付けた．次に各種球根の植付球数の数量を第3表によつて示して見よう．

Table 3.　Number of Bulbs each planted

Variety, species	Storage method	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	March	Total	
Tulip (Pitt)	Indoor	10	10	15	10	11	11	67	117
	Cold-str.	—	10	15	10	8	7	50	
Tulip (Copeland)	Indoor	10	10	15	10	9	10	64	124
	Cold-str.	—	10	15	14	13	8	60	
Daffodil	Indoor	11	11	11	14	15	16	78	142
	Cold-str.	—	11	11	14	15	13	64	
Dutch Iris	Indoor	20	20	20	20	20	20	120	220
	Cold-str.	—	20	20	20	20	20	100	
Ranunculus	Indoor	15	15	16	15	15	16	92	161
	Cold-str.	—	16	16	15	11	11	69	
Anemone	Indoor	12	12	12	12	13	13	74	140
	Cold-str.	—	12	12	12	15	15	66	
Thunberg Lily	Indoor	6	6	6	6	6	7	37	71
	Cold-str.	—	6	6	7	7	8	34	
Easter Lily A	Indoor	6	6	6	6	6	7	37	58
	Cold-str.	—	6	6	3	3	3	21	
Easter Lily B	Indoor	—	8	8	8	8	8	40	82
	Cold-str.	—	8	8	8	8	10	42	

ホ．実験方法と調査方法

先づ植付球は室内にあるもの，貯蔵中のもの共に植付迄の球根の発根，発芽の状態を調べることによつて冷蔵したものとしないものとの休眠状況の差異を見てみた．そして調査の期日は11月から3月迄の植付日直前とした．

10月25日に標準区を，11月25日に試験区を植付けて後は，毎月23日に各区毎に草丈，葉数，分けつ数等を測定し，開花を始めてからは開花日，花の大きさ，枯死株数などを毎日観察して平均数を算出した．草丈は地面から花の頂部迄の高さ，花の大きさは開花時の最大直径を開花状態のまま物指で測定したのであるが，水仙のみは花瓣の外に副冠があるのでその両方をバーニヤによつて測つた．後に示す表中に 8.7×4.6cm とあるのがそれである．

Ⅲ．実　験　結　果

(1)　植込をする迄の球根の外部的変化

この項目を調査する必要を感じたのは，貯蔵中の球根が時日の経過するに連れて発根，発芽などがどのような成行を示してゆくか，普通貯蔵と冷蔵とで休眠の破れ工合がどれだけ異るだろう

か等を知り度いと思つたからである．その変化の状況については後に各種類毎について説明するが，共通な変化と認められるのは冷蔵庫内で 0°C に保つても，室内貯蔵の場合に較べると12月下旬以降になつて球根の外部に青黴が生えてきたことである．青黴の生えるのは冷蔵したものだけとは限らないが，冷蔵したものが特に多いのは庫内の濕度が非常に高い（90%内外）ためであろう．冷蔵庫に入れる前には球根を消毒しなかつたが，1月25日には青黴の発生が見られるようになつたので水仙，アネモネ，ラナンキュルス，黒軸鉄砲等は 800 倍位のウスプルン液に30分漬けて消毒した．

貯蔵中の外観の観察は室内，冷蔵中のもの共に1月から3月の毎月25日に調査したのであるが，順序としてチュウリップから各種類別に毎月の植込直前での状況を述べて見よう．

(イ) チュウリップ（2種）

Table 4.　The Condition of Bulbs from Cold Storage or Indoor Storage to Planting.
Tulip—W. Pitt　　(　) means number of bulbs used.

Section \ Date	Nov. 25	Dec. 25	Jan. 25	Feb. 25	March 25
Indoor	Nothing is the mattre apparently (10)	2 sprouting 0 rooting (15)	7 sprouting 0 rooting (10)	10 sprouting 0 rooting (11)	10 sprouting 0 rooting (11)
Cold storage	Nothing is the matter apparently (10)	Horse-shoe form at base (10)	Horse-shoe form at base (10)	Similar Jan. become mouldly (8)	1 sprouting 0 rooting (11)

Tulip—W. Copeland

Section \ Date	Nov. 25	Dec. 25	Jan. 25	Feb. 25	March 25
Indoor	Nothing is the matter apparently (10)	Nothing is the matter apparently (15)	10 sprouting 0 rooting (10)	5 sprouting 0 rooting (9)	8 sprouting 0 rooting (10)
Cold storage	Nothing is the matter apparently (10)	Horse-shoe form at base (15)	Horse-shoe form at base (14)	1 sprouting 2 rooting (13)	1 rooting become mouldly (8)

Daffodil—King Alfred

Section \ Date	Nov. 25	Dec. 25	Jan. 25	Feb. 25	March 25
Indoor	Nothing is the matter apparently (11)	4 rooting 0 sprouting (11)	5 sprouting 6 rooting become mouldly (14)	11 sprouting 0 rooting (15)	16 sprout(whole) 5 rooting (16)
Cold storage	Nothing is the matter apparently (11)	0 sprouting 3 rooting (11)	0 sprouting 0 rooting (14)	3 sprouting 14 rooting (15)	11 sprouting 13 rooting (13)

Anemone (fulgens)

Indoor	Nothing is the matter apparently (large 2, small 10)	Nothing is the matter apparently (large 2, small 10)	Nothing is the matter apparently (large 2, small 10)	Nothing is the matter apparently (large 5, small 10)	Nothing is the matter apparently (large 3, small 12)
Cold storage	Nothing is the matter apparently (Large2, small 10)	Nothing is the matter apparently (Large2, small 10)	Nothing is the matter apparently (Large2, small 10)	Become mouldly on whole face (Large5, small 10)	Become mouldly onwhole face (Large3, small 12)

Ranunculus (mixed)

Indoor	Nothing is the matter (15)	Nothing is the matter (16)	Nothing is the matter (15)	Nothing is the matter (15)	Nothing is the matter (16)
Cold storage	Nothing is the matter (16)	Nothing is the matter (16)	Become mouldly (15)	Become mouldly on whole bulb (11)	Become mouldly on whole bulb (11)

Dutch Iris (Wedgewood)

Indoor	Nothing is the matter (20)	Sprout slightly (20)	20 sprouting 19 rooting (20)	19 sprouting (19)	18 sprouting 0 rooting
Cold storage	Nothing is the matter (20)	Sprout slighly (20)	17 sprouting (20)	20 sprouting 20 rooting (20)	20 rooting (20)

Easter Lily (Kurojiku) A

Indoor	Nothing is the matter (6)	Nothing is the matter (6)	Nothing is the matter (6)	Nothing is the matter (6)	Nothing is the matter (7)
Cold storage	Nothing is the matter (6)	Suffer cold injury (6)	Nothing is the matter, mouldly (3)	All mouldly (3)	All mouldly (3)

Easter Lily (Kurojiku) B

Indoor	Nothing is the matter (6)	3 sprouting (8)	Nothing is the matter (8)	2 sprouting (8)	Nothing is the matter (8)
Cold storage	Nothing is the matter (6)	Suffer cold injury (8)	Nothing is the matter, mouldly (8)	All mouldly (8)	All mouldly (10)

Thunberg Lily (Keyuri)

Indoor	Nothing is the matter (6)	Nothing is the matter (6)	Become mouldly (6)	Nothing is the matter (6)	1 sprouting (7)
Cold storage	Nothing is the matter (6)	Nothing is the matter (6)	Nothing is the matter, mouldly (7)	Nothing is the matter (7)	Mould slightly (8)

(2) 植込を始めてから発芽迄の状況

標準区の10月25日植付を初め，以後翌年1月から4月（但し，アネモネ，ラナンキュルス，百合類のみは5月）迄1カ月毎に室内，冷蔵両区の球根の発芽状況を毎月の23日に調査した．この場合の主な調査項目は発芽個体数，草丈，葉数等であるが，目的は冷蔵をしたものとしなかつたものとの発芽の遅速，腐敗球の有無，開花への影響を知らんがためである．今，その調査結果を各種類毎に表示すると第5表の通りとなる．

Table 5. Number of Sprouting, Leaf and Height of Bubs before Blooming.

Date of research	Section of experiment	Tulip (W. Pitt) Number of bulbs planted	Number of sprouting	Height average	Number of leaves	Tulip (W. Cope.) Number of bulbs planted	Number of sprouting	Height average	Number of leaves
Jan. 23	Oct. Control	10	7	1.1cm	1.6	10	10	1.5cm	1.0
	Nov. Indoor	10	2	1.0	1.5	10	7	1.4	1.0
	Nov. Cold str.	10	0	—	—	10	2	1.1	1.0
	Dec. Indoor	15	1	0.8	1.0	15	0	—	—
	Dec. Cold str.	15	0	—	—	15	1	0.7	1.0
Feb. 23	Oct. Control	10	10	1.4	3.0	10	10	1.9	2.0
	Nov. Indoor	10	10	1.3	2.2	10	10	2.6	2.0
	Nov. Cold str.	10	8	1.0	2.3	10	9	1.8	1.9
	Dec. Indoor	15	9	1.1	1.6	15	14	1.8	1.8
	Dec. Cold str.	15	14	1.5	2.0	15	15	2.0	1.9
	Jan. Indoor	10	4	1.1	1.0	10	5	1.1	1.2
	Jan. Cold str.	10	1	1.2	2.0	14	2	1.1	1.0
March 23	Oct. Control	10	10	9.0	3.3	10	10	8.4	3.2
	Nov. Indoor	10	10	7.7	3.1	10	10	8.0	3.3
	Nov. Cold str.	10	8	8.9	3.5	10	9	7.9	2.9
	Dec. Indoor	15	14	8.6	3.1	15	14	7.9	3.2
	Dec. Cold str.	15	15	12.0	3.1	15	15	8.8	3.0
	Jan. Indoor	10	8	7.3	3.3	10	10	7.4	3.0
	Jan. Cold str.	10	10	9.5	3.0	14	14	6.8	3.0
	Feb. Indoor	11	3	4.2	3.0	9	3	4.1	2.0
	Feb. Cold str.	8	8	5.4	3.0	13	13	5.7	2.7
April 23	Oct. Control	10	10	bloomed	bloomed	10	10	bloomed	bloomed
	Nov. Indoor	10	10	31.0	4.0	10	10	24.0	3.5
	Nov. Cold str.	10	8	bloomed	bloomed	10	9	17.9	4.0
	Dec. Indoor	15	14	35.9	3.1	15	14	23.5	3.3
	Dec. Cold str.	15	15	29.0	3.8	15	15	20.7	3.2
	Jan. Indoor	10	8	27.8	3.0	10	10	14.9	3.2
	Jan. Cold str.	10	10	27.3	3.3	14	14	27.5	3.2
	Feb. Indoor	11	9	28.5	3.5	9	3	23.5	3.0
	Feb. Cold str.	8	8	20.0	3.0	13	13	10.9	2.4
	March Indoor	11	0	—	—	10	5	14.1	3.0
	March Col str.	7	7	14.2	2.1	8	6	10.7	2.6

Date of research	Section of experiment	Daffodil (K. Alfred) Number of bulbs planted	Number of sprouting	Height average	Number of leaves	D. Iris (W. wood) Number of bulbs planted	Number of sprouting	Height average	Number of leaves
Jan. 23	Oct. Control	11	9	1.1cm	1.3	20	20	25.9cm	4.5
	Nov. Indoor	11	4	0.6	1.0	20	20	11.6	3.4
	Nov. Cold str.	11	1	0.7	1.0	20	18	10.0	2.6
	Dec. Indoor	11	0	—	—	20	17	3.6	1.0
	Dec. Cold str.	11	0	—	—	20	7	2.0	1.0

		Daffodil—continued				Iris—continued			
Feb. 23	Oct. Control	11	11	4.7	3.3	20	20	26.6	4.5
	Nov. Indoor	11	11	3.8	3.2	20	20	15.1	3.8
	Nov. Cold str.	11	11	3.0	2.8	20	18	14.8	3.5
	Dec. Indoor	11	11	1.9	2.6	20	17	7.1	1.6
	Dec. Cold str.	11	8	0.9	1.8	20	14	4.7	1.2
	Jan. Indoor	14	3	2.1	2.0	20	15	2.4	1.3
	Jan. Cold str.	14	0	—	—	20	4	1.8	1.0
March 23	Oct. Control	11	11	22.6	3.4	20	20	37.1	5.9
	Nov. Indoor	11	11	21.6	3.4	20	20	23.8	5.5
	Nov. Cold str.	11	11	18.2	3.3	20	18	25.5	5.3
	Dec. Indoor	11	11	17.7	3.1	20	17	15.6	4.5
	Dec. Cold str.	11	11	15.9	3.5	20	14	15.2	4.1
	Jan. Indoor	14	14	14.6	3.1	20	17	15.4	4.1
	Jan. Cold str.	14	14	11.3	2.9	20	20	13.1	3.6
	Feb. Indoor	15	15	7.6	3.3	20	19	9.9	2.7
	Feb. Cold str.	15	15	6.3	3.0	20	18	9.1	2.4
April 23	Oct. Control	11	11			20	20	41.9	7.8
	Nov. Indoor	11	11			20	20	38.4	8.3
	Nov. Cold str.	11	11			20	18	39.3	8.7
	Dec. Indoor	11	11			20	17	28.6	7.9
	Dec. Cold str.	11	11	Already bloomed	Already bloomed	20	14	31.8	8.1
	Jan. Indoor	14	14			20	19	33.2	7.8
	Jan. Cold str.	14	14			20	20	33.2	6.9
	Feb. Indoor	15	15			20	17	29.8	7.4
	Feb. Cold str.	15	15			20	19	26.6	6.6
	March Indoor	16	14	17.7	7.2	20	19	15.4	3.9
	March Cold str.	13	12	12.4	6.4	20	18	11.8	2.8

		Ranunculus (mixed)				Anemone (fulgens)			
Jan. 23	Oct. Control	15	8	4.2	14.1	12	12	1.5	3.9
	Nov. Indoor	15	3	1.2	3.1	12	5	0.7	1.2
	Nov. Cold str.	16	5	1.5	6.5	12	0	—	—
	Dec. Indoor	16	0	—	—	12	0	—	—
	Cec. Cold str.	16	0	—	—	12	0	—	—
Feb. 23	Oct. Control	15	8	4.3	14.6	12	12	3.5	4.0
	Nov. Indoor	15	8	1.6	3.6	12	6	0.6	2.3
	Nov. Cold str.	16	7	1.7	6.9	12	3	0 8	2.7
	Dec. Indoor	16	0	—	—	12	0	—	—
	Dec. Cold str.	16	0	—	—	12	0	—	—
	Jan. Indoor	15	0	—	—	12	0	—	—
	Jan. Cold str.	15	0	—	—	12	0	—	—

		Ranunculus—continued				Anemone—continued			
March 23	Oct. Control.	15	8	7.5	28.0	12	12	7.1	8.8
	Nov. Indoor	15	9	3.2	8.0	12	12	7.3	9.3
	Nov. Cold str.	16	7	4.3	19.7	12	8	3.7	5.1
	Dec. Indoor	16	2	2.0	6.0	12	0	—	—
	Dec. Cold str.	16	7	2.0	4.3	12	8	3.3	4.7
	Jan. Indoor	15	10	1.8	3.8	12	0	—	—
	Jan. Cold str.	15	10	1.9	4.4	12	2	2.0	2.5
	Feb. Indoor	15	2	1.3	2.0	13	0	—	—
	Feb. Cold str.	11	0	—	—	15	0	—	—
April 23	Oct. Control	15	8	18.6	37.3	12	12	9.3	11.3
	Nov. Indoor	15	9	13.9	26.8	12	12	9.7	11.6
	Nov. Cold str.	16	9	13.9	19.0	12	12	5.9	7.4
	Dec. Indoor	16	5	7.6	19.0	12	1	2.5	2.0
	Dec. Cold str.	16	5	15.0	24.0	12	12	5.8	7.2
	Jan. Indoor	15	11	18.0	37.4	12	9	8.3	15.2
	Jan. Cold str.	15	13	12.9	27.5	12	8	5.7	18.5
	Feb. Indoor	15	11	14.3	35.5	13	11	4.7	7.0
	Feb. Cold str.	11	7	6.0	19.1	15	10	3.4	5.9
	Mar. Indoor	16	11	7.4	19.5	13	7	3.7	3.4
	Mar. Cold str.	11	1	5.4	14.0	15	3	1.9	2.7
May 23	Oct. Control	15	8			12	12	Already bloomed	Already bloomed
	Nov. Indoor	15	9			12	12		
	Nov. Cold str.	16	9			12	12		
	Dec. Indoor	16	5	Already bloomed	Already bloomed	12	1	—	—
	Dec. Cold str.	16	5			12	12	Already bloomed	Already bloomed
	Jan. Indoor	15	11			12	9		
	Jan. Cold str.	15	13			12	8		
	Feb. Indoor	15	11			13	11		
	Feb. Cold str.	11	7	—	—	15	10	—	—
	Mar. Indoor	16	15	14.5	40.0	13	9	6.1	9.0
	Mar. Cold str.	11	4	17.0	17.0	15	8	3.7	4.0

		Thunberg Lily (Keyuri)				Easter Lily A			
Jan. 23	Oct. Control	6	0	—	—	6	0	—	—
	Nov. Indoor	6	0	—	—	6	0	—	—
	Nov. Cold str.	6	0	—	—	6	0	—	—
	Dec. Indoor	6	0	—	—	6	0	—	—
	Dec. Cold str.	6	0	—	—	6	0	—	—
Feb. 23	Oct. Control	6	0	—	—	6	0	—	—
	Nov. Indoor	6	0	—	—	6	0	—	—
	Nov. Cold str.	6	0	—	—	6	0	—	—
	Dec. Indoor	6	0	—	—	6	0	—	—
	Dec. Cold str.	6	0	—	—	6	0	—	—
	Jan. Indoor	6	0	—	—	6	0	—	—
	Jan. Cold str.	7	0	—	—	6	0	—	—

Thunberg Lily—continued　　Easter Lily A—continued

March 23	Oct. Control	6	6	2.2	8.5	6	6	2.3	5.7
	Nov. Indoor	6	5	1.5	8.0	6	1	3.2	6.0
	Nov. Coldstr.	6	6	5.7	23.2	6	0	—	—
	Cec. Indoor	6	6	2.4	10.3	6	6	10.1	7.1
	Dec. Cold str.	6	4	2.0	9.0	6	6	17.2	12.5
	Jan. Indoor	6	2	0.6	6.0	6	0	—	—
	Jan. Cold str.	7	1	2.0	10.0	3	0	—	—
	Feb. Indoor	6	0	—	—	6	0	—	—
	Feb. Cold str.	7	0	—	—	3	0	—	—
April 23	Oct. Control	6	6	17.4	42.7	6	6	7.0	25.5
	Nov. Indoor	6	6	15.7	41.5	6	5	6.3	25.8
	Nov. Cold str.	6	6	24.7	44.5	6	4	5.7	16.5
	Dec. Indoor	6	6	16.4	45.2	6	4	6.1	28.7
	Dec. Cold str.	6	5	17.5	48.0	6	6	7.1	36.3
	Jan. Indoor	6	6	14.9	48.5	6	4	6.4	18.2
	Jan. Cold str.	7	7	14.8	45.0	3	0	—	—
	Eeb. Indoor	6	6	8.6	42.3	6	1	2.0	3.0
	Feb. Cold str.	7	7	8.6	36.7	3	1	2.5	7.0
	Mar. Indoor	7	0	—	—	7	0	—	—
	Mar. Cold str.	8	0	—	—	3	0	—	—
May 23	Oct. Control	6	6	Already bloomed	Already bloomed	6	6	16.6	41.7
	Nov. Indoor	6	6			6	5	16.5	31.8
	Nov. Cold str.	6	6			6	4	14.6	28.5
	Dec. Indoor	6	6			6	5	15.0	47.6
	Dec. Cold str.	6	5			6	6	17.5	51.7
	Jan. Indoor	6	6			6	4	15.4	33.0
	Jan. Cold str.	7	7			3	0	—	—
	Feb. Indoor	6	6			6	4	8.0	12.8
	Feb. Cold str.	7	7			3	2	8.3	18.5
	Mar. Indoor	7	4	13.9	41.3	7	5	4.6	19.0
	Mar. Cold str.	8	7	12.9	37.0	3	1	9.8	12.0

Easter Lily B

Date of Research	Section of experiment	Number of bulbs	Number of sprout.	Height	Number of leaves
Jan. 23	Oct. Control	—	—	—	—
	Nov. Indoor	8	0	—	—
	Nov. Cold str.	8	0	—	—
	Dec. Indoor	8	0	—	—
	Dec. Cold str.	8	0	—	—
Feb. 23	Oct. Control	8	0	—	—
	Nov. Indoor	8	0	—	—
	Nov. Cold str.	8	0	—	—
	Dec. Indoor	8	0	—	—
	Dec. Cold str.	8	0	—	—
	Jan. Indoor	8	0	—	—
	Jan. Cold str.	8	0	—	—

Date of Research	Section of experiment	Number of bulbs	Numder of sprout.	Height	Number of leaves
Mar. 23	Oct. Control	—	—	—	—
	Nov. Indoor	8	4	1.0	9.8
	Nov. Cold str.	8	8	1.1	7.1
	Dec. Indoor	8	0	—	—
	Dec. Cold str.	8	2	0.8	3.0
	Jan. Indoor	8	0	—	—
	Jan. Cold str.	8	0	—	—
	Feb. Indoor	8	0	—	—
	Feb. Cold str.	8	0	—	—

Easter Lily B—continued

April 23	Oct. Control	—	—	—	—	May 23	Oct. Control	—	—	—	—
	Nov. Indoor	8	7	5.8	38.6		Nov. Indoor	8	8	12.0	47.1
	Nov. Cold str.	8	8	5.8	32.7		Nov. Cold str.	8	8	12.7	51.4
	Dec. Indoor	8	2	5.0	13.0		Dec. Indoor	8	3	10.5	34.3
	Dec. Cold str.	8	5	7.0	19.6		Dec. Cold str.	8	7	13.0	27.9
	Jan. Indoor	8	7	4.5	24.4		Jan. Indoor	8	7	12.1	43.0
	Jan. Cold str.	8	5	5.4	29.6		Jan. Cold str.	8	6	11.0	41.8
	Feb. Indoor	8	5	2.6	22.8		Feb. Indoor	8	5	11.0	34.0
	Feb. Cold str.	8	6	4.5	33.1		Feb. Cold str.	8	6	10.7	43.6
	Mar. Indoor	7	0	—	—		Mar. Indoor	7	8	6.7	16.3
	Mar. Cold str.	8	0	—	—		Mar. Cold str.	8	3	5.2	21.1

以上の諸表から室内に置いたものと冷蔵したものとの発芽の状態を観察すると，先づチュウリップでは２品種とも１月23日の調査では，冷蔵区の発芽は０か非常に僅少であるが，２月以後の調査では段々差が狭く，４月の調査では室内，冷蔵両区共に殆んど全部発芽が揃い，只，草丈や葉数などはおそく植えたものほど数字が小さくなつている．

水仙の場合は，１月の調査では12月植のものは室内，冷蔵両区共発芽を見てないが，２月の調査では12月冷蔵区の８球，１月の冷蔵区の０球と１月の室内区の３球を除けば植込んだものが全部発芽を終り，３月の調査では全球が発芽を完了している．草丈はおそく植えたものほど，また冷蔵した区の方が何れも小さいけれども葉数の方は両者共大差ない．

アイリスは植付けてから発芽する迄の期間が短かくて，１～３月の調査に現われた発芽数に大差がない．然し，草丈はおそく植えたものほど，そして永く冷蔵したものほど著しく低くなつており，この様子は水仙の場合と類似している．

百合類は毛百合，鉄砲百合共にこれまであげて来た球根類に較べると，標準区を含めて地上への発芽が非常におそく，10～翌１月に植付けたものを2.23日に調べた所では全部０％である．標準区で発芽を見たのは3.23の調査以後で，この頃では，毛百合は１月植が発芽しかけたが，鉄砲百合は１～２月植の発芽が０である．発芽して後の草丈は極く低いものであるから各月植とも大差ない．百合の発芽のおそいのは他の球根に比して開花期がおそい性質があるからで，出来れば冷蔵による抑制で自然の開花期よりも更におくれることを期待したのであるが，実際は大した遅延とはなり得なかつた．

(2) 開花に対する影響

開花に及ぼす影響の中で最も重要視したのは開花期がどうなるかということ，そして花が咲くとすれば花径が大きいかどうか，開花しないものがあるか否か，それらを念頭に置いて調査を始めた．チュウリップ，水仙，百合類などは大体１球から１花位しか咲かないので調査がやり易いが，アネモネ，ラナンキュラスになると，１球から多数の花茎が立つので調査が面倒であるばかりでなく，開花期間も長期に亘るので，おそく咲いた個体を平均すると最初のものとの開きが大きくなる．また，アイリスは通常最初の花が咲くと引き続き同じ花梗の第２花が咲くものであるから，この調査では第１花だけの集計を以て計算をした．花径については花の開いた当日，開いたままの直径を物指で計り，水仙だけは花瓣と副冠とを別々に測定した．尚，アネモネとラナンキュラスの二つはおそく植えた冷蔵区の生育が頗るわるく，枯死したために測定出来ぬものが多かつた．各実験区の開花状態(開花日，花径，開花数，開花率，未開花数)を示したのが第６表である．

Table 6. Flowering Condition and Flower Size of Bulbs in Each Section.

Section of experiment	No. of bulbs planted	Date of flowering, mean	Flower size, average	No. of flowers	No. of bulbs flowered	Flowering %	No. of bulbs damaged	Blind bulbs
Tulip (W. Pitt)								
Oct. Control	10	Apr. 18	5.0cm	9	9	90	1	0
Nov. Indoor	10	〃 18	4.4	6	5	50	4	1
Nov. Cold str.	10	〃 18	4.7	6	5	50	5	0
Dec. Indoor	15	〃 22	4.7	13	12	80	0	3
Dec. Cold str.	15	〃 22	4.8	18	14	93	0	1
Jan. Indoor	10	〃 22	4.9	5	5	50	3	2
Jan. Cold str.	10	〃 20	4.7	9	7	70	0	3
Feb. Indoor	11	〃 24	4.5	9	9	82	0	2
Feb. Cold str.	8	〃 21	4.4	8	8	100	0	0
Mar. Indoor	11	May 3	3.6	5	5	45	0	6
Mar. Cold str.	7	〃 5	3.3	1	1	14	0	6
Tulip (W. Copeland)								
Oct. Control	10	Apr. 16	4.4cm	11	10	100	0	0
Nov. Indoor	10	〃 18	4.4	6	6	60	0	4
Nov. Cold str.	10	〃 17	4.6	4	4	40	2	4
Dec. Indoor	15	〃 17	4.4	13	10	67	0	5
Dec. Cold str.	15	〃 16	4.3	12	10	67	0	5
Jan. Indoor	10	〃 17	3.9	5	5	50	1	4
Jan. Cold str.	14	〃 18	4.0	15	10	71	0	4
Feb. Indoor	9	〃 21	3.8	5	4	44	1	4
Feb. Cold str.	13	〃 18	4.1	9	8	62	0	5
Mar. Indoor	10	—	—	—	—	0	0	10
Mar. Cold str.	8	—	—	—	—	0	1	7
Daffodil (K. Alfred)								
Oct. Control	11	Mar. 28	40cm	11	11	100	0	0
Nov. Indoor	11	〃 27	39	11	11	100	0	0
Nov. Cold str.	11	〃 31	30	10	10	91	0	1
Dec. Indoor	11	〃 28	34	12	11	100	0	0
Dec. Cold str.	11	Apr. 1	29	12	11	100	0	0
Jan. Indoor	14	〃 1	33	13	13	93	0	1
Jan. Cold str.	14	〃 9	21	10	10	71	0	4
Fed. Indoor	15	〃 6	28	15	15	100	0	0
Feb. Cold str.	15	〃 9	21	12	12	80	0	3
Mar. Indoor	16	〃 20	21	8	8	50	0	8
Mar. Cold str.	13	〃 24	21	4	4	31	0	9
Dutch Iris (W. Wood)								
Oct. Control	20	Apr. 26	7.2cm	19	19	95	0	1
Nov. Indoor	20	〃 26	7.1	17	17	85	0	3
Nov. Cold str.	20	〃 28	7.0	17	17	85	3	0

Dec. Indoor	20	〃 27	7.3	15	15	75	3	2
Dec. Cold str.	20	〃 30	7.0	11	11	55	9	0
Jan. Indoor	20	May 2	6.7	19	19	95	1	0
Jan. Cold str.	20	〃 4	7.0	14	14	70	2	4
Feb. Indoor	20	〃 5	7.3	17	17	85	2	0
Eeb. Cold str.	20	〃 5	6.6	12	12	60	1	7
Mar. Indoor	20	〃 13	6.8	9	9	45	3	6
Mar. Cold str.	20	〃 18	6.7	1	1	5	4	15

Ranunculus (mixed)

Oct. Control	15	May 6	5.2	37	7	47	7	1
Nov. Indoor	15	〃 8	4.2	19	10	67	5	0
Nov. Cold str.	16	〃 9	4.6	27	10	63	6	0
Dec. Indoor	16	〃 24	4.9	21	5	31	11	0
Dec. Cold str.	16	〃 13	5.2	15	5	31	11	0
Jan. Indoor	15	〃 21	5.1	53	11	73	4	0
Jan. Cold str.	15	〃 20	5.1	40	10	67	2	3
Feb. Indoor	15	〃 27	5.0	41	11	73	4	0
Feb. Cold str.	11	—	—	0	0	0	4	7
Mar. Indoor	16	Jun. 10	4.7	78	11	69	5	0
Mar. Cold str.	11	—	—	0	0	0	10	1

Anemone (fulgens)

Oct. Control	12	Apr. 14	4.1	20	12	—	—	—
Nov. Indoor	12	〃 20	4.3	10	12	—	—	—
Nov. Cold str.	12	〃 16	4.0	4	12	—	—	—
Dec. Indoor	12	—	—	0	1	—	—	—
Dec. Cold str.	12	Apr. 24	5.0	7	12	—	—	—
Jan. Indoor	12	May 6	4.5	10	9	—	—	—
Jan. Cold str.	12	〃 8	3.8	1	8	—	—	—
Feb. Indoor	13	Jun. 1	4.5	4	11	—	—	—
Feb. Cold str.	15	—	—	0	10	—	—	—
Mar. Indoor	13	May 26	5.8	1	7	—	—	—
Mar. Cold str.	15	—	—	0	3	—	—	—

Thunberg Lily (Keyuri)

Oct. Control	6	May 18	13.2	6	6	100	0	0
Nov. Indoor	6	〃 20	13.5	6	6	100	0	0
Nov. Cold str.	6	〃 13	14.2	6	6	100	0	0
Dec. Indoor	6	〃 19	14.0	6	6	100	0	0
Dec. Cold str.	6	〃 20	14.1	5	5	83	1	0
Jan. Indoor	6	〃 19	14.0	6	6	100	0	0
Jan. Cold str.	7	〃 23	14.0	7	7	100	0	0
Feb. Indoor	6	〃 27	13.0	6	6	100	0	0
Feb. Cold str.	7	Jun. 3	14.0	1	1	14	0	6
Mar. Indoor	7	May 10	12.0	1	1	14	3	3
Mar. Cold str.	8	—	—	0	0	0	1	7

Easter Lily A								
Oct. Control	6	Jun. 20	14.1	6	1.7	100	0	0
Nov. Indoor	6	〃 27	14.5	3	2.3	50	3	0
Nov. Cold str.	6	〃 27	15.2	3	1.7	50	2	1
Dec. Indoor	6	〃 28	12.0	1	1.0	17	2	3
Dec. Cold str.	6	〃 24	16.7	3	1.3	50	0	3
Jan. Indoor	6	Jul. 3	13.5	3	1.0	50	2	1
Jan. Cold str.	3	—	—	0	0	0	3	0
Feb. Indoor	6	—	—	0	0	0	3	3
Fed. Cold str.	3	Jul. 6	15.5	1	1.0	33	1	1
Mar. Indoor	7	—	—	0	0	0	3	4
Mar. Cold str.	3	—	—	0	0	0	2	1
Easter Lily B								
Oct. Control	—	—	—	—	—	—	—	—
Nov. Indoor	8	Jun. 30	15.8	6	1.2	75	0	2
Nov. Cold str.	8	〃 25	14.8	4	1.8	50	1	3
Dec. Indoor	8	〃 29	14.3	2	1.5	25	3	3
Dec. Cold str.	8	〃 29	14.7	6	1.3	75	2	0
Jan. Indoor	8	Jul. 3	15.6	5	1.0	63	1	2
Jan. Cold str.	8	Jun. 30	13.8	2	1.0	25	2	4
Feb. Indoor	8	〃 29	16.8	1	2.0	13	5	2
Feb. Cold str.	8	〃 30	14.7	1	1.0	13	2	5
Mar. Indoor	8	—	—	0	0	0	5	3
Mar. Cold str.	10	Jul. 8	13.9	1	1.0	10	3	6

以上の結果から内容を分析して見ると，凡そ次のようなことが考えられる．

先づ，開花日に就いて眺めて見ると，一番早く適期に植えた10月植とその後に植えたものとの開花期の差はおそく植込んだものほど遅れているのは当然として，特に冷蔵した区は室内区に比べて幾分開花がおそい．然し，この傾向は11月から翌年1月植迄のものに多く見られ，2～3月植となると冷蔵区の方が却つて早いものさえ現われている．例えば，チュウリップの両種共2月植，ラナンキュラスの1月植，アネモネの11月植，鉄砲百合Aの12月植，鉄砲百合Bの11月と1月植などがそうである．これはやはり冷蔵によるバーナリゼーションの影響であると思う．標準区と実験区の最終に咲いた開花日との開きは種類によつて異り，5～47日となつている．ラナンキュラスとアネモネはこの開きが35，47日となつているが，これは1球当の開花数が多くて而も一時に開花しないからである．

花の大きさはおそく植えたものや冷蔵したものでも11～2月植程度では標準区に比して決して小さいとは云えず，11月植のチュウリップ（両種共），1月植のアイリス，11，12月のラナンキュラス，11，2月植の毛百合，12月植の鉄砲百合A，B等では却つて冷蔵区の方が幾分花の大きいことが認められた．尤も使用した球が各区共に全く斉一とは云えないから個体差のあることは認められようが，少くとも2月迄の冷蔵では花径が小さくなる心配はないようである．所が，3月植となると，不開花株が断然多くなり，たとえ少数の花を得てもその花径が著しく小さくなるのが特徴である．特に水仙に於てはこの差が明瞭であつた．

開花数は各球根に咲いた花数を集計し，これを植込球数で除して開花率を以て表わした．チュウ

リップ，百合，水仙などは１茎１花であるから開花数＝開花株として計算出来るが，アネモネ，ラナンキユラスのように１球に多くの花のつくものは全開花数を植込球で除して平均を出した．アイリスは最初の第１花のみをとりあげ，２花以下は計上しなかつた．所で，１球から２株以上に分球したものはどうしたかと言うに，これは別に開花株数として分けつの状態を示し，開花率には示してない．その理由は試験の目的が開花さえ見られれば分球による花数の増加は重要でないからである．開花率は10月の標準植は殆んど100％であるに対し，10月以後に植込んだものは概して花の咲き方がよくない．然し，水仙の12月植，毛百合の11～１月植等は殆んど100％に近い．冷蔵区と室内区との比較では，チュウリップ（ピット）が各月とも冷蔵の方が開花率がよく，反対に水仙，アイリスでは冷蔵の方の開花率が幾らかわるくなつている．百合類及びその他の種類では何れも区々ではつきりしない．

枯株数は球根を植えてから開花調査を終る迄に主に病気で消えたもので，これは各試験区共割合少い．開花株と反対の未開花株とはある程度，草丈，葉数，分けつをしながら最後迄花の咲かなかつたもので，これが３月植には可なり多く見られる．

(3)　草丈と葉数に対する影響

球根をおそく植えた場合や冷蔵したものの草丈や葉数がどんな生育を示すだろうか，これが結局開花に影響を及ぼすものであるので各種類毎に調査して見た．草丈は全種類について測定したが，葉数の方はアネモネ，ラナンキュラス，鉄砲百合を除いた．これは調査が困難であつたのと数が多くて計算に不便であつたからである．次に各種類別の草丈と葉数とを示して見よう．

Table 7.　The Height and Number of Leaves of Each Section (1)

Section \ var. / head	Tulip (W. P.) Height	Tulip (W. P.) No. of leaves	Tulip (W. C.) Height	Tulip (W. C.) No. of leaves	Daffodil Height	Daffodil No. of leaves	Dutch Iris Height	Dutch Iris No. of leaves
Oct. Control	27.1cm	3.6	18.0cm	3.4	28.7	5.2	38.9cm	8.4
Nov. Indoor	30.6	3.5	20.8	3.1	27.2	4.9	36.4	8.3
Nov. Coldstr.	29.5	3.7	19.8	3.3	25.8	4.6	37.3	8.7
Dec. Indoor	35.9	3.8	21.7	3.5	24.3	5.6	26.5	8.3
Dec. Cold str.	40.6	3.7	30.2	3.3	24.1	6.0	29.6	8.1
Jan. Indoor	34.5	4.2	21.4	3.6	25.4	5.0	25.2	8.2
Jan. Cold str.	39.8	3.2	30.6	3.5	23.6	4.7	31.1	8.8
Feb. Indoor	29.5	3.8	23.3	3.2	23.5	4.7	28.4	8.4
Feb. Cold str.	32.8	3.4	23.4	3.2	22.2	4.3	26.9	8.8
Mar. Indoor	20.9	4.2	—	—	17.6	3.4	23.6	8.3
Mar. Cold str.	33.4	3.0	14.2	2.1	18.8	2.2	25.5	8.0

Table 8.　The Height and Number of Leaves of Each Section (2)

Section \ var. / head	Ranunculus Height	Anemone Height	Thunberg Lily Height	Thunberg Lily No. of leaves	Easter Lily,A Height	Easter Lily,B Height
Oct. Control	31.7cm	11.7cm	22.9cm	40.0	24.4cm	—
Nov. Indoor	25.6	11.9	23.7	40.0	36.4	30.9cm
Nov. Cold str.	30.1	8.3	31.1	43.0	34.6	31.8
Dec. Indoor	27.3	—	24.6	40.6	26.8	27.5
Dec. Cold str.	35.5	11.0	28.1	46.0	37.0	28.4

Jan. Indoor	36.2	15.3	25.5	42.0	24.8	33.2
Jan. Cold str.	33.1	20.4	27.0	43.0	—	23.5
Feb. Indoor	40.0	14.5	22.8	41.0	8.0	43.4
Feb. Cold str.	—	—	25.6	43.0	24.0	22.8
Mar. Indoor	42.7	21.0	21.0	41.0	4.6	6.72
Mar. Cold str.	—	—	12.9	37.0	9.8	28.4

Note : The Number of leaves of Ranunculus, Anemone and Easter Lilies were not investigated.

以上の結果から分ることは大体おそく植えられたものほど草丈，葉数が小さくなり，特に2月，3 月になると成績が非常にわるい，そして種類に依ては 2, 3 月の実験区にはブラインドになつたものが相当数ある．そして興味あることは水仙を除いた各種は冷蔵区の方が室内区より草丈，葉数が上廻つている幾つかの月があることである．例えば，チュウリップ（ピット）の12～3 月，チュウリップ（コープランド）の12～2月，アイリスの11～1月，ラナンキュラスの11～12月，アネモネの1月，毛百合の11～2月，鉄砲百合Aの12, 2, 3 月，鉄砲百合Bの11, 12月は何れもこの例である．一方，葉数の方もチュウリップ（両種共）の11月，アイリスの11～12月，毛百合の11～2月はやはり冷蔵区の方が室内区より数が多くなつている．葉数の多くなつたのは草丈が高くなつたことに比例するものらしく，草丈の増加と平行していると見てよい．表中，所々 2, 3 月区で草丈や葉数の大きな数字の見られることがあるのは供試個体が非常に少なかつた場合に当つたからである．

IV. 考　　察

以上の実験結果から綜合判断を試みて見ると，休眠状態を長くして開花を遅らせる目的で植付直前まで零度に冷蔵しておいたものが予期に反して案外成績がよくなかつた．これは零度という温度が低過ぎたのか，低温でも湿度が高すぎた（関係湿度）のか分らないが，少くとも各種球根を同じ零度に保つことには疑問があるようである．然し，一面冷蔵したものにバーナリゼーションの効果のあつたことはチュウリップ（ピット）の12月，1 月及び 2 月の冷蔵区の発芽数と草丈が標準区より幾分早く，アイリス（ブルーオーション）の11月と12月の冷蔵区が同じく標準区に比して草丈及び葉数の増加が見られることによつて明かである．チュウリップのコープランドでも12月と 2 月の冷蔵区に同様の傾向が見られる．植付期と開花期との関係について言えば，11月と12月植では10月の標準植と較べて殆んど差異がないのは当然として，1 ～ 3 月植でも大体花が咲くことが分つた．それ故に秋植根を翌年の1～3月に植えてもとに角花を咲かせることが出来るので，これ迄のように1～2 月迄植え残つた球根を捨てたり，あきらめて終わなくても，春植として利用することが出来る．それにしても，実験の結果から見ると，標準区の開花期の平均と 3 月植の開花期の平均との差異がチュウリップで17日，水仙で27日，アイリス22日，百合類で16日程度では大して延長されているとは言えない．割合，差がついたのはラナンキュラスの35日，アネモネの47日で，この二つは冷蔵区でなくて単に遅植をした時の差異である．従つて休眠期を引き延ばす手段としては冷蔵によるよりもグラジオラス等に見られるような球根の乾燥処理の方が有効のように考えられる．今後の実験方向としては 2, 3 月に植えられた秋植球根に対して花芽分化前に短日操作を施し，適当な時期に操作を中止して開花期を引き延ばす手段を考えている．但し，この場合，気温の上昇によつて開花を妨げ或は休眠状態に戻る恐れがあるので，栽培地域としては中，四国などの暖地よりも関東以北，特に東北，北海道を選ぶことが有望のようである．

若し，このような方法で寒冷地方に於ける秋植球根の春植栽培が可能となれば，従来，そのような地方での花卉栽培の低調を刺戟することとなり，延いては可なり多種類の球根類の周年開花を図ることも不可能ではないような気がする.

V. 摘　　要

1. 秋植球根として代表的なチュウリップ，水仙，アイリス，アネモネ，ラナンキュルス，鉄砲百合，毛百合を用い，1955月10月から1656年3月にかけて遅植試験を行なつた.

2. 先づ，実験材料を三つに分け，10月植を標準区，他の二つは半数を植付前まで，室内でそのまま貯蔵したものを室内区，他の半数を 0°C の電気冷蔵庫に貯蔵したものを冷蔵区とした.

3. 開花前の発芽状態については冷蔵区と室内区とであまり大きな差はなかつたが，チュウリップ（ウイリアム・ピット）では12～2月に於て，冷蔵区の方が却つて発芽率がよく，草丈も大きいことが認められた.

4. 発芽後開花迄の期間に於てはチュウリップ，アイリス等は冷蔵区の中に標準区より草丈，花径が大きく，開花期も早いものが見出されたが，水仙では遅く植えられたものほど生育がわるかつたようである.

5. 最終の植付日であつた3月25日でも，各種の球根の開花は可能であつたが，不開花株が多くなり，たとえ，花は咲いても草丈や花径が小さく，開花日もおそくなつた. 栽培の目的から言えば，成るべく開花の遅くなるのを期待したのであるが，チュウリップ，水仙，アイリス，百合類では，10月植と3月植との開花の差が1ケ月以内，ラナンキュラスとアネモネとでは1ケ月以上の開きがあつた程度である.

参　考　文　献

1) S. L. EMSWELLER and R. L. PRYOR : Flowerdevelopment in Creole Easter lilies stored at various temperatures. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 421 (1943)
2) N. E. PFEIFER : Development of the floral axis and new bud in the imported Easter lilies. Contr. Boyce Thompson Inst., 7 (1935)
3) R. H. ROBERTS and B. E. STRUCKMEYER : Further studies of the effects of temperature and other envilonmental factors upon the photoperiodic responses of plants. Jour. Agr. Res., 59 (1939)
4) 藤井信雄：チュウリップ球根の生産と輸出，農業総合研究所研究叢書第27号（1953）
5) 塚本洋太郎：花卉汎論，東京，養賢堂（1952）
6) 戸苅義次他4氏：作物の生理生態，東京，朝倉書店（1957）

Fig. 1. Flowering condition of Daffodils. (King Alfred).
Planted on March 25 : Photo May 12, 1956.

Fig. 2. Flowering condition of Ranunculus (mixed).
Planted on March 25 : Photo May 12, 1956.

富有柿のガス貯蔵に関する研究

（第　2　報）

岡崎光良・小池正澄

Studies on Gas-storage of Kaki Fruits (*Diospyros Kaki* LINN. f.)

Mitsuyoshi OKAZAKI and Masazumi KOIKE

1. In the report I presented before, I got the conclusion that while being kept in air-tight way, a persicmon (Fuyu) bears "Top of brcwn fruit" — Brcwn spots at the top of it. And"period of delay"is effective in diminishing them. Now, in this report we tried to confirm cheifly in what occasion "Period of delay" is effective in diminishing the Brown spots. (Top of brown fruits)

2. During Sep. 15. to Nov. 16. in 1953, at the interval of 10 days, we investigated" the intensity of breath" for a Fuyu persimon and found out that it, the intensity of breath-competed by the amount of CO_2 produced from One kg. of persimons in an hour-shows a gradual decrease as the time passed by. At Nov. 4. it indicated the minimum amount of CO_2, 15.50 mg, and them we found out that the intensity of breath has increased in the next ten days;- it shows 19.90mg. of CO_2 at the end of Nov. 16. from them experiment, we can conclude that the change in the production of CO_2 in persimon has occurred around the date Nov. 4th.

3. In the same year, nov. 4. we got a persimon and put it into 13 l. vacuum desiccator and devided them into three groups. A Plot (non treated) B Plot (CO_2 is extracted from the case) C Plot (treated for seven days "period of delay"), Dec. 22. density of CO_2 in these desiccators were 71.3%, 0% and 52.5% each. And B Plot to take out "CO_2" indicated that the all fruits became very soft.

4. We have tried the "period of delay" to got the result about the rate in diminishing the "Top of brown fruit". As a result of it I found that it fairly reduced in C plot. These must be some relation between softening of preserved fruit and dimi-nishing of Brown spots.

5. Nov. 12. 1955, the relative capacity for contained of the fruits of the contents of there is settled 45%, after we packed persimon (Fuyu), we put it in 5 l. vacuum desiccator in ait-tight way. We prepared three plots, first plot (non treated) plot, above mentioned persimon stored for three days in "period of delay" ...... B plot.
Persimon on stored for seven days in "period of delay"... C plot. The density of Co_2 in these desiccators were 53.3%, 42.8% and 52.4% each. Therefor we can find that C plot in comparison with B plot include more relative amounts of CO_2 produced.

6. Dec. 25. hardness of fruit when it was taken out of the desiccator was A—8.5, B — 8.6 and C — 7.8 each. Therefor, there is no difference in hardness and in colour, between the fruit when it was packed and the fruit when it was taken out.

7. The occurrence of Top of Brown fruit was as follows: A plot — 38.5% B plot 13.0%.

From the statement whose mentioned, we can recognize that there is a remarkable change in diminution between the two, while in C plot we find 23.0%. So that we can say that if we keep them in air-tight way tco lcng, we get worse result.

I. 緒 言

前報に於て富有柿をより安全に貯蔵するには，貯蔵期間中貯蔵容器内の CO_2 濃度が約40%以上に蓄積されていることが必要条件であると推定された．然し貯蔵中に一部果実の頂部の褐変を来す事が以前[5)7)] より知られている．この事について貯蔵に際して数日間の遅延貯蔵する事がこの防止に有効ではないかと推定された[5)]．本報は主として遅延貯蔵がその頂部褐変果発生率の減少にどの程度有効であるかを実験した成績を主とし，併せて他の二，三の点について観察した事柄について述べることとする．

本研究は岡山大学農学部木多昇教授の御指導により行なつたものであり，且つ御高閲を賜つた事を深謝する．

II. 実 験 方 法

富有柿果実の成熟に伴う呼吸強度の測定は3 *l*.容デシケーターに1953年9月15日より同年11月16日迄の間10日毎に岡山県吉備郡高松町平山産の富有柿を5個宛密封し，柿果実より呼吸作用により呼出する CO_2 を定量して求めた[8)]．すなわち，柿果をデシケーターに密封の際 2-N. KOH 25cc を小型ビーカーに入れて同封し，25°Cの定温器中に24時間置き KOH に吸収された CO_2 の量を定量し果実 1kg. 1時間当りの呼出した CO_2 に換算して呼吸強度とした．又呼吸強度測定時に併せて色相，硬度及び糖度等をも調査した．

1953年のデシケーターによる密封貯蔵実験果実は11月3日の夕刻岡山県都窪郡山手村K園産の富有柿を採収したものである．実験はA区（1，2）を標準区として無処理のまま収穫の翌日密封し，B区（1，2）は容器内に CO_2 を含まない区とする為に約 2-N. KOH 300cc を 500cc容ビーカーに柿果と共に密封し呼出せる CO_2 を吸収せしめる様にした．C区（1，2）は4日より11日迄の7日間研究室の床下に果実を平面に並べて（平均温度 11°C）放置後11日に容器内に密封した．すなわち7日間の遅延貯蔵区である．又貯蔵中に蒂部の鮮度を維持する目的で柑橘で行なわれた実験にならつて植物ホルモンの効果を調査する為にD区を設けて 1000ppm. の 2-4-D 溶液中に2分間浸漬して後，C区と同じ操作にて11日密封した．E区ではエチレン・クロール・ヒドリンをデシケーターの底部に滴下し（1/600容）柿果を入れて密封し，1晩放置後デシケーターより果実をとり出し，C，D区と同様に5日より11日迄床下に並べ11日にデシケーター内につめた．デシケーターは 13*l* 容真空デシケーターを用い，この中に各区共32ケ，貯蔵果容積率37%となる様に配分し密封した．貯蔵期間中7日毎に Orsat-Fisher ガス分析装置にて容器内の CO_2 及び O_2 の濃度組成を測定した[6)]．

上記1953年の実験に引続き1955年岡山県吉備郡高松町，岡山県立高松農業高等学校において，5*l* 容真空デシケーター（A，B及びC区）及び直径3尺高さ2尺8寸（容積 590*l* 容）トタン製の米穀貯蔵缶内に密封し（D区）何れも貯蔵果容積率45%となる様につめたこの柿果（富有）は岡山県吉備郡高松町平山産の柿果を11月12日に採取後直ちに密封したA区（1，2），3日間の遅延貯蔵を行い11月16日に密封したB区（1，2）及び7日間の遅延貯蔵を行い11月19日に密封したC区（1，2）を設け，又別に11月6日に採取し同13日に缶内に密封したD区をおいた．

貯蔵前後における果実の形質の調査は前報[5)] と同じ方法により，果実の硬度は三木式硬度計（検定針 10mm）にて，糖度は携帯用屈折検糖針を用いて測定した．色相は日本色彩研究所編，色の標準[4)]によつた．

なお貯蔵期間中における貯蔵室内平均室温は1953年の11月上半旬13.6°C，同下半旬11.6°C，

12 月上半旬 8.6°C及び同下半旬は 9.3°Cであつた．又1955年においては11月下半旬8.7°C，12月上半旬 8.8°Cであつた．

果実の部分的呼吸強度測定は Deebis 呼吸計によつた．Deebis 呼吸計[1]とは呼吸室（約 60cc フラスコにアルカリ溜の着いたもの）と，圧力計及びビューレット付の磨合せ共栓よりなる．

呼吸強度測定は容積既知の呼吸室に試料を封入，25°C，24 時間恒温器中におき，圧力を測定し，その後直ちに20% KOH をメス・ビューレット（共栓に附着せる）より一定量注入，よく振盪して CO_2 を吸収せしめた後の圧力を測定する．又別に大気の圧力をも測定しておく．

以上の測定値を次式に代入し呼吸強度が求められる．

$$CO_2 \text{ 呼出量} = \left\{(Vr - Vs)\frac{273}{T_2}\cdot\frac{B_2 \pm m_1}{760}\right\} - \left\{(Vr - Vs - Va)\frac{273}{T_2}\cdot\frac{B_2 \pm m_2}{760}\right\}$$

$$O_2 \text{ 吸収量} = \left\{(Vr - Vs)\frac{273}{T_1}\cdot\frac{B_1}{760}\right\} - \left\{(Vr - Vs - Va)\frac{273}{T_2}\cdot\frac{B_2 \pm m_2}{760}\right\}$$

但し　Vr：　呼吸室の容積，cc.

Vs：　試料の容積，cc.

Va：　注入アルカリ（KOH）の容積，cc.

T_1：　測定始の絶対温度，$273 + t_1$ °C

T_2：　測定終の絶対温度，$237 + t_2$ °C

B_1：　測定始の気圧，mm. Hg.

B_2：　測定終の気圧，mm. Hg.

m_1：　アルカリで CO_2 を吸収する前の圧力計のよみ，mm. Hg.

m_2：　CO_2 をアルカリで吸収後の圧力計のよみ，mm. Hg.

III. 実　験　成　績

A. 1953年の実験成績

生育に伴う呼吸強度の変化については第1表に示す如く11月15日における25°C 1時間果実1kg当りの CO_2 の呼出量は 18.44mg であつて，以後10日毎のCO_2の排出量は漸次下降の傾向を示し11月4日では 15.50mg で最少となり同16日には急速に増大し，19.90mg の CO_2 の呼出量に上昇した．又上記の調査と同時に果実の形質（色相，糖度，硬度）を調査した(第1表)．すなわち

Table 1.　Changes in the Intensity of Breathe Forms and Property of Fruits as They grow and Relative Amount of CO_2 produced.

	15/IX	25/IX	5/X	14/X	26/X	4/XI	16/XI
CO_2 mg/1kg. h.	18.44	18.33	17.40	18.25	16.65	15.50	19.90
Average of fruits weight(gr.)	113.6	138.3	188.5	167.2	213.2	146.6	174.2
Colour of the fruits	$9\frac{4}{5}$	$8\frac{5}{18}$	$8\frac{5}{17}$	$7\frac{5}{16}$	$6\frac{6}{18}$	$5\frac{6}{16}$	$4\frac{6}{17}$
Hardness	11.1	9.3	8.4	7.3	6.2	5.5	5.6
Per cent of soluble solid matter	10.8	11.5	12.8	13.2	13.8	15.1	16.2

($4\frac{6}{17}$ = orange, $5\frac{6}{16}$ = yellowish orange, $6\frac{6}{18}$ = yellow orange, $7\frac{5}{16}$ = dark yellow, $8\frac{5}{17}$ = dark yellow, $8\frac{5}{18}$ = yellow, $9\frac{4}{15}$ = dark yellow orange)

果実の成熟と共に呼吸量は減少し完熟期以後は再び急激にその呼吸量が増加する事を示している.

デシケーターによる密封貯蔵実験における各区 CO_2 濃度の1週間毎における分析結果を第2表に示す，即ち密封後の CO_2 濃度はA区において既に1週間後に30％以上に達し，開封前の12

Table 2.　Density of CO_2 Gas in the Desiccator. (1953)

	11/XI	18/XI	25/XI	2/XII	9/XII	16/XII	22/XII
A 1	30.7	44.4	53.2	58.3	63.8	67.0	71.3
A 2	30.0	43.0	51.2	53.6	61.2	63.5	67.8
B 1	—	—	—	—	—	—	—
B 2	—	—	—	—	—	—	—
C 1	—	22.0	34.0	40.8	45.1	47.7	52.5
C 2	—	24.2	35.5	44.7	53.1	59.4	66.5
D	2.1	23.9	45.8	54.2	61.6	67.6	73.0
E	20.0	32.8	42.4	48.2	54.8	58.6	63.0

Table 3.　Observation on the Fruits stored in the Desiccator. (1953)

Plot	Storage	Interval between the end of storage and the time of observation	No. of fruits observed	Average of fruits weight	Hardness	Per cent of soluble solid matter	Colour of the fruits	Per cent of top-brown fruits	
				gr.					avarage
A—1	50	0	5	155	3.3	13.7	$5\frac{6}{17}$	50.0	46.9
A—2	50	0	5	151	3.4	13.6	$5\frac{6}{17}$	43.8	
B—1	50	0	5	152	2.7	13.0	$5\frac{6}{17}$	15.6	12.5
B—2	50	0	5	157	2.1	12.4	$5\frac{6}{17}$	9.4	
C—1	43	0	5	153	2.3	14.4	$5\frac{6}{17}$	25.0	18.8
C—2	43	0	5	157	1.7	14.5	$4\frac{7}{16}$	12.5	
D	43	0	5	154	< 1.0	12.4	$4\frac{6}{16}$	6.3	6.3
E	43	0	5	153	< 1.0	15.0	$4\frac{6}{16}$	18.7	18.7
A	50	7	10	145	4.9	13.7	$5\frac{6}{17}$	—	—
B	50	7	10	151	1.6	14.0	$5\frac{6}{17}$	—	—
C	43	7	10	153	3.0	13.7	$4\frac{7}{16}$	—	—
D	43	7	10	143	< 1.0	14.4	$4\frac{6}{16}$	—	—
E	43	7	10	160	< 1.0	14.8	$4\frac{6}{16}$	—	—
Fruit just before the storage			10	146	6.1	15.1	$5\frac{6}{17}$	—	—

($4\frac{6}{16}$ = orange,　$4\frac{7}{16}$ = orange,　$5\frac{6}{17}$ = yellowish orange)

月22日には約70％前後にもなつている．エチレンガス処理を行つたE区では初期の CO_2 呼出量はA区に次ぎ大であるにもかかわらず漸次呼出量が弱まり開封時には63.0％であつて標準区よりも低い値を示している．遅延貯蔵を行つたC区にては初期においては勿論11月18日現在の CO_2 の濃度が標準区よりもはるかに低い．すなわち標準区の密封2週間目（18/XI），3週間目（25/XI）の CO_2 濃度がC区では相当低いのであるがその後両区の CO_2 濃度の差が比例的には少くなつている．2-4-D処理によるD区は密封後1週間までは特に他の区よりも CO_2 濃度が低い(12％)ことは注目に値することではあるが，かえつてその後急速に増加して開封前には73.0％にも達している．約 2N KOH を以て呼出せる CO_2 を吸収せしめたB区では貯蔵期間中に KOH に吸収された CO_2 量は開封時の定量によつてB—1，B—2は夫々750cc.（53.4％換算），785cc.（54.5％換算）であつた．開封後における果実の形質の調査成績は第3表に示す如くである．すなわちA区（1，2）10ケの平均硬度はそれぞれ3.3及び3.4であり，B区（1，2）は2.7及び1.7，C区（1，2）は2.3及び1.7であつたが D，E両区は1.0 以下であり完全に軟化していた．色相はD及びE区を除いては貯蔵前に比べて余り進んでいなかつた．果実側面の果皮直下 1cm の硬度は2.7及び2.6，B区1.9及び1.3，C区は1.7及び1.1で果皮直下における硬度よりも各区共幾分軟かくなつていることが認められる．又D及びE区に於ては果実が軟化しているので果皮直下と同様1.0 以下である．

蒂部についてはその外観からみた新鮮度を観察したが各区間に著しい差を認めることが出来なかつた．

頂部褐変現象については前報の通りであつて大体貯蔵開始後2～4週間の間に果頂部に発現し，且つ被害部の大きさ（直径）が定まり開封後その大きさは変らない．褐変部は幾分前報の場合の様に他の部分より硬くなつている．A区（平均）は46.9％と云う最高率の頂部褐変果発生率を示した．之に次ぐC区では18.8％に減少しているので一応遅延貯蔵することによつて頂部褐変果発生率を減少せしめることには成功したが，前述の様に果実の硬度を低下させている．更に興味あることはB区でその貯蔵果の硬度がC区と同程度であり，しかも褐変果発生率がさらに減少して僅かに12.5％となつていることである．D，E両区は1区制であるのでその信頼度に欠くるところはあるが両区ともに果実が軟化すること，頂部褐変果発生率との間に何等かの関連があるようにみえる．

褐変部の大きさは全区を通じて直径10～20mmのものが最も多く(55％)，直径20～30mmのもの26％，直径30mm以上のもの17％，10mm以下のもの1.7％となつており，直径30mm 以上のものはA区及びC区の各々に略同数づつ，又 20～30mmのものは各区共夫々略同数づつ発生しており，20～10mm の大きさのものについてのみA区に最も多く発生し他の区には余り差はみられなかつた．

10月21日及び26日の両区に Deebis 呼吸計により果頂部（褐変現象の起り得る部分）及び同じ果実の側面について CO_2 の呼出量（呼吸強度）を調査したが，その結果は第4表に示す様に両回ともに果頂部の方が側面よりも CO_2の呼出量が大であつたことは一つの示唆を与えている．

Table 4. Relative Amounts of CO_2 produced of Fruits at growing Time.

Date	Top parts of fruit	Side parts of fruit
Oct. 21	60.8	46.4
Oct. 26	77.5	58.7

B．1955年の実験成績

密封後の容器内の CO_2 濃度の変化及び貯蔵前後の果実の形質については夫々第5表及び第6表に示すように，CO_2 の濃度は3日間の遅延貯蔵をしたB区は採収後直ちに密封したA区，7

Table 5.　Density of CO_2 Gas in the Desiccator. (1955)

plot	18/XI	23/XI	26/XI	30/XI	3/XII	7/XII	10/XII	14/XII	17/XII
A	20.7	32.5	35.6	43.4	46.5	50.7	52.0	53.3	53.3
B	—	12.8	21.4	29.0	32.7	36.7	39.1	42.7	42.8
C	—	26.4	31.9	40.7	44.6	49.4	52.7	52.4	52.4
D	34.8	—	53.1	—	65.9	—	74.4	—	74.4

Table 6.　Observation on the Fruits stored in the Desiccator. (1955)

plot	Date of the end of storage	Average of fruits weight	Hardness	Per cent of soluble solid matter	Per cent of top brown fruits	Period of delay
A	25/XII	144 gr.	8.5	13.6	38.5	0 days.
B	〃	143	8.6	14.5	13.0	3
C	〃	141	7.8	15.3	23.0	7
D	〃	126	8.4	14.3	47.5	9
Fruits just before the storage		138	8.8	14.8	—	—

(Colour＝Mandarin orange)

日間の遅延貯蔵をしたC区等に比し最も CO_2 の呼出量が少く，12月17日には42.8%であつた．これに比べてC区（52.4%）は7日間の遅延貯蔵にも拘わらず殆ど7日早く貯蔵を開始したA区（53.3%）と差は余りなかつた．又，貯蔵条件に差はあるが9日間の遅延貯蔵を行なつたD区についてみると12月17日には74.4%であつた．開封後の形質は何れも貯蔵前の果実と殆ど大差はなく硬度も貯蔵前の8.8に対し開封後のA区，B区，C区及びD区の硬度は夫々8.5，8.6，7.8及び8.4で余り差はなかつた．然し頂部褐変発生率についてみると夫々38.5%，13.0%，23.0%及び47.5%であつて3日間の遅延貯蔵を行なつたB区が最もその発生が少なかつた．

V．考　　察

松本氏[2]は果実の成熟と呼吸量との関係を，桃その他の果実について調査し，幼果の時代は甚だしく呼吸量が多く漸次成熟と共に減少し成熟の5～10日位前に呼吸量が最低となり，再び急速にその量を増加する事を指摘している．Gustafson 氏もトマトの果実について松本氏と同様な結果を示している．大体に於て貯蔵力を左右する要因は採収果実の早晩，栽培条件及び採収前後の諸操作等が考えられる．その中熟度の決定は一般的には果実の着色，糖度，硬度及び種子の褐変等で判定しているけれども，何れにしても確実な判定法ではない．1953年9月15日より11月16日迄10日毎に富有柿の呼吸量の調査を行つた結果（第1表）をみると成熟に伴はない漸次呼吸量が減少して11月4日にその量が最低（果実1kg 1時間当りCO_2＝15.50mg）となり其の後は急激に呼吸量が増大し，11月16日には CO_2 呼出量が 19.90mg となり略々松本氏その他の実験と一致した傾向を示している．此の CO_2 の呼出量の最低値を示す11月4日を呼吸転換期とみれば，この日

前後がガス貯蔵を行う果実の採収適期と思われる．この時期の果実の採収は呼吸を抑制しその成熟（追熟）を抑制し，より安全に貯蔵し得るものと思われる．

次に CO_2 の濃度と貯蔵性についてみると，前報と同じく CO_2 濃度約40％以上を要するものと推定され，且つ柿果の密封貯蔵に際しては適度の濃度の CO_2 の存在そのものが有利と考えられるることは，CO_2 を吸収させた1953年B区の開封後の硬度は平均2.0で軟化したこと，及び1955年に行つたB区(1953)と同じ処理区のものの硬度は5.4（A区＝8.5）であつて，比較的軟化していることでも明らかである．しかして開封時すでに74.4％の CO_2 濃度に達した1955年のD区（硬度8.4）の柿果は開封時の食味に何等不快な感じがなかつた事は前報と同じ結果である．

次に白水氏[7]は柿を採収後4～5日間放置状態に置く事が〃黒変化〃（筆者等の謂う〃頂部褐変化〃と同一のものと思われる）発生等を少くすると述べているが筆者等[5]の実験に於ても明らかにそれが有効であろうと推定出来る．すなわち1953年におけるC区（7日間遅延貯蔵区）は採収後直ちに密封したA区（標準区）の頂部褐変果発生率46.9％に対し18.7％にて，その発生率は3分の1に減少している．又1955年における実験についてみると，採収直後密封したA区の発生率38.5％に対し3日間遅延貯蔵区であるB区（13.0％），7日間の遅延貯蔵区であるC区（23.0％），9日間遅延貯蔵したD区（47.5％）についてみると，採収後3日間の予措が最も頂部褐変果発生率少なく，次に7日の予措，直後封入，及び貯蔵容器に関する条件はやや異るが9日間の予措区と云う順に発生率が大となることが判つた．すなわち3日間の遅延貯蔵することが頂部褐変果発生予防に最も効果があるものと思われる．

これと同時に第5表（1955年）についてみると貯蔵中における容器内の CO_2 濃度は12月17日にはA区53.3％，B区42.8％，C区52.4％及びD区74.4％であり，これの CO_2 濃度の順序は頂部褐変果発生率に対する各区のそれと同一であり，又1953年に行つた実験のA区及びC区の CO_2 濃度と頂部褐変果発生率との関係も同じ傾向を示している．すなわち頂部褐変果発生率の多いものは容器内の CO_2 の蓄積が大であることは，頂部褐変果の呼吸強度が健全果より大である事によるものであるかも知れない．この事が事実とすれば CO_2 の呼出量の最も少ない時期（転換期）に採収して貯蔵を開始することが頂部褐変果発生率の予防に有効であるとも考えられる．

実は本実験の標準区では1953年及び1955両年とも頂部褐変果の発生率が大きすぎたと認めざるを得ない．白水氏[7]が水田地附近産の柿より山地産の柿の方が貯蔵力があると述べており，又本多教授及び筆者等[2]の1956年産柿果についての貯蔵実験で山地産柿果の頂部褐変果発生率0％に対し水田地帯産柿のそれは15％であることが認められたが，土地的条件，肥培管理等その他による貯蔵果の形質そのものがこの種問題の重要な因子であると考えられる．

VI. 摘　　要

1. 前報において，所謂〃遅延貯蔵〃することが富有柿密封貯蔵中に発生する頂部褐変果発生予防に有効であると推定した．

本報においては，主として遅延貯蔵が頂部褐変果発生予防の効果について再確認を行なつたことについてのべる

2. 1953年9月15日から11月16日迄の期間10日毎に富有柿の呼吸強度について調査したところ，呼吸強度（果実 1kg 当りより 25°C 1時間に呼出される CO_2 量）は次第に減少し，11月4日が最小の値（15.50mg）を示し，同16日には再び増大し19.90mgとなつた．従つて11月4日前後が転換期と思われる．

3. 同年11月4日採収した柿果を 13l 容真空デシケーター内に密封（貯蔵果容積率37％）し

た．A区（無処理区），B区（容器中 CO_2が絶無）及びC区（7日間遅延貯蔵区）の12月22日におけるCO_2濃度は 71.3％，0％（推定）及び52.5％であつて，しかしてB区の様に呼出したCO_2を全部吸収せしめて容器内の CO_2を絶無とすることは却つて果実を軟化することと考えざるを得ない．

4. 頂部褐変果発生率について7日間の遅延貯蔵したC区が相当程度少なくなつており，B区では更にその発生率が少ない．貯蔵中果実が軟化することと頂部褐変果発生率の低下との間に何等かの関連があるやにみえる．

5. 1955年11月12日に採収した富有柿を採収後直ちに5l 容デシケーター内に密封貯蔵（容積率45％）したA区，3日間遅延貯蔵をしたB区及び7日間の遅延貯蔵を行なつたC区の各デシケーター内の12月17日における CO_2濃度は夫々53.3％，42.8％及び52.4％であつてC区の柿がB区に比して CO_2呼出量がかえつて大となつている．

6. 12月25日開封時における硬度はA区8.5，B区8.6及びC区7.8で貯蔵前の硬度（8.8）糖度及び色相等について大差はなかつた．

7. 貯蔵中に発生する頂部褐変果の発生率はA区38.5％に対しB区では13.0％となり著しく減少しているのにC区ではかえつて23.0％となり遅延貯蔵期間が長すぎるとかえつて不利であることが認められた．

引 用 文 献

1) 北大植物生理学教室編（1952）：植物生理学実習書．

2) 本多昇，岡崎光良（未発表）：ガス貯蔵における柿果の特性について．

3) 松本熊市（1947）：果実及び蔬菜貯蔵の研究．

4) 日本色彩研究所（1951）：色の標準．

5) 岡崎光良，安井公一（1954）：富有柿のガス貯蔵に関する研究（第1報），岡大農学部学術報告，第4号，23～31．

6) 奥田東編（1953）：植物栄養生理実験書．

7) 白水光（1938）：柿の密封貯蔵実験（第Ⅱ報），農業及園芸，13（4），1035―1042．

8) 杉山直儀（1937）：果樹の呼吸作用に及ぼす薬剤撒布の影響に就いて（第1報），園学雑，13（2），155―165．

岡山県北部地方に於ける牛の Piroplasma 病の調査

鳥　海　　徹
加　本　一　久
（岡　山　県　庁　畜　産　課）
長　江　勘　次　郎
（岡　山　県　庁　畜　産　課）
古　谷　野　末　光
（岡　山　県　庁　畜　産　課）

Investigation on Invasion of Bovine Piroplasmosis in Northern District of Okayama Prefecture.

Tohru TORIUMI
Kazuhisa KAMOTO
Kanjiro NAGAE
Suemitsu KOYANO

We investigated on the invasion of bovine piroplasmosis in Kamisaibara village, the northern part of Okayama prefecture, where about 600 of Japanese breed black cattle were pastured on.

As the result of the blood examinations on 285 cattle it was found that the disease prevailed heavily in these areas as shown in tables; namely the numbers of cattle which were detected the minor piroplasma (which seemed to be *Thieleria mutans*) in thire red blood cells came up to as much as 97.9 per cent, and those associated with the major piroplasma (which was morphologically similar to *Babesia bigemina*) were 6.0 per cent. (Table I. & II.)

A tendency was shown that the younger the cattle, the more severely was infected with this disease. (Table III.)

Being almost of the cattle, in spite of infection with numerous piroplasms, survived without any manifestation such as "Texas fever", the bad influences of this disease to cattle have never been recognized, but to leave out the condition is to be regarded as highly dangerous for profitable livestock production in this district.

I. 緒　　言

我が国に於ける所謂小型 piroplasma（以下 piro. と略称する）の分布に就いては多数報告されている．即ち谷奥等[1]は熊本県阿蘇地方の畜牛に於て平均36.8％の罹患率を証明し，家畜衛生試験場北海道支場[2]に於ては，北海道各地の乳牛の罹患率は平均78.4％であると報告している．

岡山県北部の山岳地帯は従来より牛の放牧飼育が盛んで我が国の黒色和牛生産地帯の一環をなす所であるが，この地方に於ける本病の実態を知る事はその畜産事業上重要な事であり，又同地区に例年発生する原因不明の所謂野獣牛疫類似症の原因検索の一端として必要な事であつた．

この調査は1955年7月22日より同27日に渉つて岡山県苫田郡上斉原村に於ける畜牛285頭に就て

行われたものであるが，先ず同村の立地条件及びその畜牛の飼養管理状況の概略に就いて述べると，同村は岡山県の最北部で鳥取県に隣接し中国山脈の背梁の南面に位置している．村の大半は森林地帯であるがその一部を開いて7ケ所合計701町6反の村営牧野を設定して，256戸の農家が合計611頭の和牛を飼育し主として犢の生産，牝牛の育生を目的とする和牛の生産地帯である．

7ケ所の放牧地は海抜500mより1000mの間に分布し何れも山の尾根や急峻な傾斜地を利用して作られている．放牧は毎年5月20日より11月20日までの期間殆んど全頭数の昼夜放牧が行われるが，夫々の面積及び入牧頭数に応じて1乃至2ケ月ずつ輪牧し各牧野の年間入牧日数は平均59日に制限してある．牧野の草生状況は一般に良好ではない上に夏期フタトゲマダニ *Hamaphisalis bispinosae* の発生が著しく一般に牛の栄養状態はよくない．

然しながらこの地区に於ける牛の伝染性疾病の発生に就いては所謂野獣牛疫類似症の外には特に注目すべきものはなく，従来ダニ熱或は piro. 症として発生報告も全くない．

II. 調 査 方 法

(1) 調査対象： 各検査個体の抽出に就いては厳密な無作意的抽出は行い得なかつた上に出来るだけ多数の牛の健康検査という別の目的を持つていたので，上斉原村の中で比較的平等に分布している上斉原，恩原，小林，赤和瀬の4地区の農家に予め検査日時を指定して夫々の牛を連れて集合する様依頼し当日集合した牛を全部検査するという方法を取つた．尚各検査牛に就いては夫々検査カードを作成して検査番号，畜主，性別，年令，体温，栄養状態を記載した．

(2) 標本作成： 耳殻外側を剪毛の上，耳静脈を注射針で穿刺し湧出する血液を手速くcover grass の一端に取り，之を slide glass 上に薄く塗抹し直ちに炭火上で乾燥後 methyl alcohol で固定し，毎日検査終了後取まとめて法の様に Giemsa 染色を行つた．

(3) 鏡検： 700倍拡大（対物鏡は油浸100倍，接眼鏡は7倍）の双眼顕微鏡を用い，血液塗抹の終端部の中央より視野を横に移動して塗抹の略中央部に至る間の塗抹面を観察した．この部分は赤血球が比較的平等に分布し又 piro. 原虫の検出率もよい．各検査牛の piro. 原虫の寄生の程度を表わす方法としては前記の様に視野を移動させながら200視野を数取器によつて数え，その間に発見し得た虫体の数を計算し200視野中に100個以上の虫体を数えたものを重感染，10個以上99個以下のものを感染，10個以下しか発見出来なかつたものを軽感染と一応区分して記載した．多数の標本の中には，顕微鏡の収差等により虫体の見落しもあり夫々の計算値は兎も角としても，大体の寄生率はこの方法によつて表わし得たと思われる．個々の虫体の観察に就いては赤血球上に附着した色素顆粒，赤血球の核の遺残物等との区別は厳重にしまぎらわしいものは計算から除外した．

(4) piro. 原虫の種類の名称について： 我が国の畜牛の間に広く分布している比較的小型な piro. に対する同定に就いては大橋[3]は *Theileria mutance* と云い，石井，石原[4]は発育環に関する研究に於て *Theileria* 科と *Babesia* 科との中間に属する性質があつてその種属の同定を保留していて未だ定説がなく，現在広く所謂小型ピロプラズマと称されている．更に同じく我が国の畜牛の間に少数ずつではあるが検出される比較的大型な piro. に就いても各種の記載があり大橋[9]は *Babesia bigemina* と云い，小華和，小倉[5]は *Theileria mutance* の発育環の一部であると云い，又石原[6]は大型原虫は小型 piro. とは全く別種の原虫であると結論し同時に大型原虫は *Babesia bigemina* とは別種の原虫又は変異した原虫と考察している．依つて今回の調査では之等の病原虫の種属の同定には触れずに一応両者を区別して小型ピロプラズマ minor piroplasma 及

び大型ピロプラズマ major piroplasma として記載した.

Ⅲ. 調　査　成　績

(1) piro. 原虫の形態： 鏡下に所見された piro. 原虫の形態はコンマ状，柳葉状，長桿状，短桿状及び四連球菌状等で1乃至2個，稀に3乃至4個が赤血球中に寄生しているのが認められた．之等は何れも従来記載された小型 piro. に全く一致している．

この外に単立又は双立の梨子状の形態を基本型としてその膨化変形したもの或は発芽した球ネギ状のもの等多様ではあるが長径が4～5μに達し，原形質が豊富で赤血球の面積の大部分を示め，小型 piro. に比較して格段の大きさを示す所謂大型 piro. が認められ，然も両者の間に入ると思われる様な移行型は全くなく判然と区別された．

(2) 小型 piro. の分布状況： 第1表に小型 piro. 陽性牛の部落別分布であるが，最高は赤和瀬部落に於ける100%，最低上斉原に於ける96.2%で部落別の差はなく，総検査頭数285頭中陽性例279頭，97.9%という高い陽性率を示した事が注目された．尚 piro. 感染程度別に見ると重感染例が279頭の陽性例中52頭で18.2%，中程度の感染例は32.0%であつた．

Table I. Distribution of Minor Piroplasma of Cattle in Kamisaibara Village.

Name of village section	Date	Cattle examined	Positive cases (%)			
			Total of Positive	Severely* infected	Infected**	Slightly*** infected
Onbara	22/7	80	79(98.8)	14(17.5)	43(53.8)	22(27.5)
Kamisaibara	23/7	78	75(96.2)	8(10.3)	27(34.6)	40(51.3)
Ishigoshi	25/7	43	42(97.7)	11(25.6)	23(53.5)	8(18.6)
Akawase	26/7	37	37(100.0)	11(29.7)	20(54.1)	6(16.2)
Kobayashi	27/7	46	46(97.9)	8(17.0)	23(48.9)	5(31.9)
Total		285	279(97.9)	52(18.2)	136(47.7)	91(32.0)

* More than 100 piroplasms in 200 fields of a microscope.
** 10～99 piroplasms in 200 fields of a microscope.
*** Less than 10 piroplasms in 200 fields of a microscope.

(3) 大型 piro. の分布状況： 小型 piro. に比較すると少く，大型 piro. 陽性例は17頭で平均6.1%を示した．又検出された大型 piro. の数も一般に極めて少く200視野中10ケ以下のものが多く最も多い例で12個であつた．

Table II. Distribution of Major Piroplasma of Cattle in Kamisaibara Village.

Name of village section	Date	Cattle examined	Positive cases (%)
Onbara	22/7	80	3 (3.8)
Kamisaibara	23/7	78	2 (1.6)
Ishigoshi	25/7	43	4 (9.3)
Akawase	26/7	37	6 (16.2)
Kobavashi	27/7	47	2 (4.3)
Total		285	17 (6.1)

(4) 牛の年令別に見た piro. 罹患状況：大型及び小型 piro. の感染が年令と如何なる関係を有するかを検した．然し小型 piro. の場合のみは総体の陽性率が余りにも高すぎたので，特にその内の重感染例の52頭のみに就いてその年令分布を検すると第3表の様になつた．

即ち検査した1才未満の犢7頭は全部重感染を呈し2才のものが82.6%となり，9才或は9才

Table III. Relationship between Age of Cattle and Piroplasmal Infection.

Age	Cattle examined	Severely * infected with minor piroplasma	Infected with major piroplasma
1	7	7 (100.0%)	5 (71.4)
2	23	19 (82.6)	4 (17.4)
3	31	14 (45.2)	2 (6.5)
4	32	3 (9.4)	3 (9.4)
5	34	4 (11.8)	1 (2.9)
6	46	2 (4.3)	— —
7	33	2 (5.1)	— —
8	19	1 (5.3)	— —
9	15	— —	1 (6.7)
Above 9	45	— —	1 (2.2)
Total	285	52 (18.2)	17(6.1)

* Excepted both of infected and slightly infected cases which were shown in Table I.

以上の牛が重感染を呈する事は認められなかつた．又大型 piro. の感染も略同様の傾向を示し１才未満の犢に高率に発見された．

尚幼弱犢に小型 piro. が高度に寄生した場合血液塗抹標本に於て，多染性赤血球，塩基性顆粒を有する赤血球等が出現して特に貧血を呈している事が伺われる様な所見を呈するものはなかつたが，顕著な赤血球の大小不同症 Anisocytose を示すものが多く piro. 原虫によつて多少共健康状態に影響を受けている事が認められた．

Ⅳ．総括並びに考察

岡山県北部の苫田郡上斉原村は約600頭の黒色和牛を放牧飼育しているが，この地区に於ける piro. 病の浸潤状況を検査する目的をもつて調査を行つた．同村の保有牛中の285頭に就いて血液検査を行つた結果一般に非常に高率な陽性率を示し小型 piro. が検出されたものが97.9%に達し，小型 piro. に混じて大型 piro. が検出されたものが6.1%であつた．又各個体の piro. 感染程度を年令別に見ると年令の若いのも程重篤な感染を示す傾向が認められた．

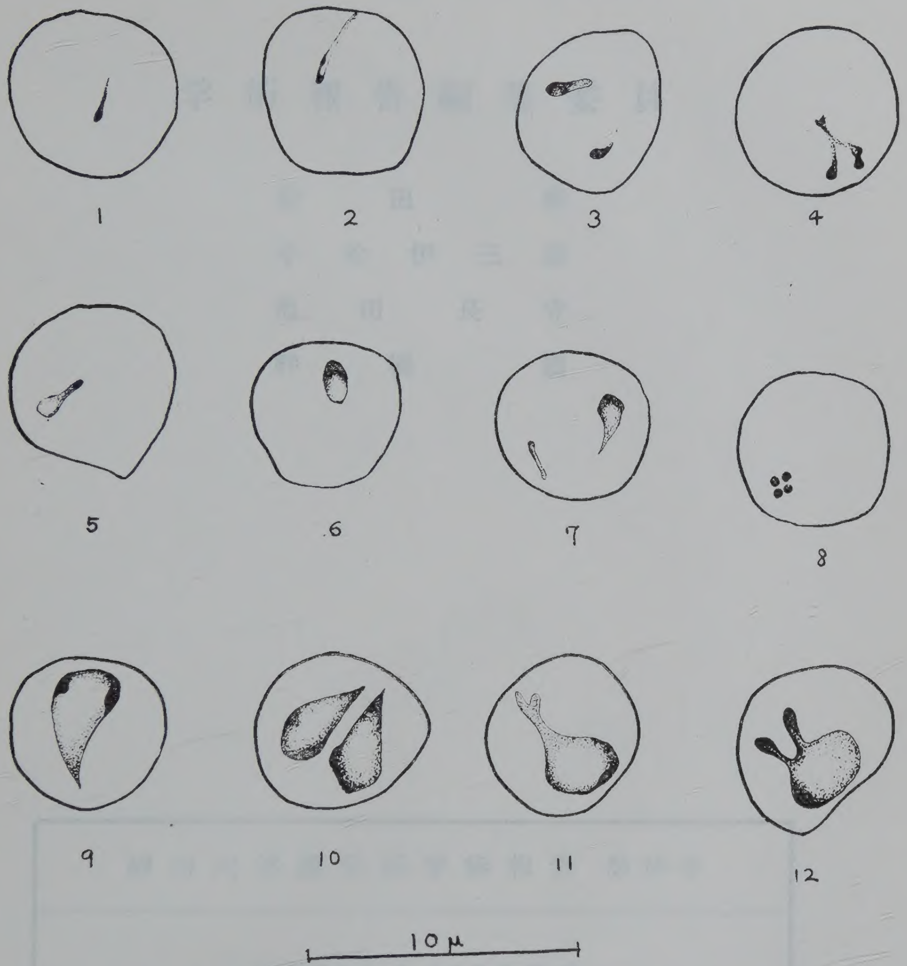
この地方産の牛は無数の piro. 原虫の感染を受けながらも所謂 "ダニ熱" 様の症状を発せずに耐過するので，従来本病による直接的な損害は認められずに来たのであるが，この状態を放置しておく事は同地方に於ける畜牛の生産を危険に陥いらせるものと思われる．

本調査の実施に当り御協力を頂いた上斉原村杉山村長以下役場の諸氏並びに畜主の方々に深謝の意を表する．

文　献

1) 谷奥興外：家畜保健衛生技術研究会報，1 (1953)
2) 石井進外：日本獣医師会雑誌，4，9 (1951)
3) 大橋正之助：日本獣医学雑誌，4，25 (1942)
4) 石井進，石原忠雄：家畜衛生試験場水曜会記事，3，94 (1954)
5) 小華和，小倉：日本獣医学会雑誌，4，301 (1925)
6) 石原忠雄：家畜衛生試験場水曜会記事，3，104 (1954)

Fig. 1. Various forms of piroplasma



1～8, Minor piroplasma.　9～12, Major piroplasma.

学術報告編集委員

安　田　　勲
小松伊三郎
池　田　長　守
畔　柳　　鎮

岡山大学農学部学術報告　第10号

昭和32年3月10日印刷
昭和32年3月15日発行

編輯兼発行者　岡山市津島
岡山大学農学部

印刷所　岡山市天瀬30ノ2
中国印刷株式会社